SYDÄN PAIKALLAAN

ANATOMIA JA FYSIOLOGIA

Tiedustelut
Sanoma Pro Oy, Helsinki
puh. 020 391 000
sähköposti: asiakaspalvelu@sanomapro.fi

www.sanomapro.fi

Kustantaja: Sanoma Pro Oy
1. painos 2016

Tämä aineisto on digitaalinen rinnakkaisversio tuotteesta
Sydän paikallaan ISBN 978-952-63-2984-0

6 kk lisenssi ISBN 978-952-63-2410-4
48 kk lisenssi ISBN 978-952-63-2261-2

Toimitus: Janna Haarti-Kuokkanen
Ulkoasu ja taitto : Gravision/Jaana Rautio
Kansi: Mika Tuominen
Piirroskuvat: Eduard Müller
Valokuva: iStockphoto (s. 32)

© Mirva Aaltonen, Sanna Hernesniemi, Outi Pihlaja ja
Sanoma Pro Oy

Kopiointiehdot

Tämä teos on digitaalinen oppikirja, joka on suojattu
tekijänoikeuslailla (404/61).

Esipuhe

Ihmisen elimistön ja elintoimintojen tunteminen on osa kaikkien yleistietämystä, mutta erityisesti sitä odotetaan hoitoalan ammattilaisilta. Sydän paikallaan on anatomian ja fysiologian oppikirja sosiaali- ja terveysalan opiskelijoille. Kirja vie lukijansa helposti ja käytännönläheisesti ihmisen kehon rakenteen ja toiminnan tarkasteluun. Helppolukuisuutta on lisätty myös havainnollisten kuvien ja lähihoitajan ammatin käytäntöä lähellä olevien esimerkkien avulla.

Kirjan kirjoittajat ovat kukin toimineet pitkään nuorien, aikuisten sekä maahanmuuttajataustaisten opiskelijoiden opettajina sosiaali- ja terveysalan ammattioppilaitoksissa. Kirjassa on haluttu erityisesti rajata ja selkeyttää osin vaikeaakin aihetta, huomioiden nuoren opiskelijan näkökulma. Kirjassa on otettu huomioon kunkin luvun kohdalla se, mihin lähihoitajan opinnoissa tarvittavaan osaamisalaan aihe liittyy.

Kiitämme Sanoma Pron Terhi Malmivaaraa, Katja Meriläistä ja Janna Haarti-Kuokkasta sekä kaikkia kommentoijia avustanne.

29.2.2016
Mirva Aaltonen, Sanna Hernesniemi ja Outi Pihjala

Mirva Aaltonen
Ttm, hoitotyön opettaja

Sanna Hernesniemi
Fm, anatomian ja fysiologian opettaja

Outi Pihjala
Fm, biologian opettaja

Sisällys:

Johdanto 8
Soluista kokonaiseksi ihmiseksi 8
Kehon osien nimitykset latinaksi 9

1 Soluista kudoksiin 12
Koostumme soluista 12
Solun kemiallinen rakenne 14
Valkuaisaineet eli Proteiinit 14
Rasvat eli lipidit 15
Hiilihydraatit 16
Solun toiminta 18
Soluhengitys 19
Aineiden kuljetus soluun ja solusta pois 20
Kudokset 22
Epiteelikudos eli pintakudos 22
Side- ja tukikudokset 23
Lihaskudos 25
Hermokudos 26

2 Iho 28
Ihon rakenne 28
Ihon apuelimet 30
Ihon tehtävät 31

3 Tuki- ja liikuntaelimet 34
Luut ja nivelet 34
Luun rakenne 34
Nivelet 36
Pääkallo 38
Selkäranka 40
Nikamien jaottelu 41
Rintakehä ja hartia 42
Hartia 43
Yläraaja 44
Lantion luut 46
Alaraajat 47
Lihakset 50
Lihasten toiminta 52
Nopeat ja hitaat lihassyyt 54
Jänteet 55
Elimistön lihakset 55

4 Sydän ja verenkierto 66
Sydämen rakenne 66
Sydämen toiminta 70
Verisuonet 72
Iso ja pieni verenkierto 76
Verenpaine 77

5 Veri ja elimistön puolustusjärjestelmät 80
Veri 80
Veren koostumus 80
Verisolut 82
Punasolut eli erytrosyytit 83
Valkosolut eli leukosyytit 84
Verihiutaleet eli trombosyytit 84
Veren hyytyminen 85
Veriryhmät 85
Verestä tehtävät tutkimukset 87
Elimistön puolustus-järjestelmät 88
Luonnollinen puolustus 89
Hankinnainen puolustus 90
Lymfaattinen järjestelmä 92
Imusolmukkeet 93
Perna 94
Kateenkorva 94
Risakudos 95

6 Hengitys 96

Miksi hengitämme? 96

Ylähengitysteiden rakenne 98

Nielu 99

Alahengitysteiden rakenne 99

Henkitorvi 100

Keuhkoputket 100

Keuhkorakkulat 101

7 Ruoansulatus 102

Ruoansulatuksen eteneminen 102

Suuontelo 104

Nielu 105

Ruokatorvi 105

Mahalaukku 105

Ohutsuoli 106

Paksusuoli 107

Peräsuoli 107

Ruoansulatusrauhaset 108

Sylkirauhaset 108

Haima 108

Maksa ja sappirakko 109

Ravintoaineiden pilkkoutuminen ja imeytyminen 110

8 Virtsaneritys 112

Virtsanerityselimet 112

Munuaiset pitävät yllä elimistön tasapainoa eli homeostaasia 114

Virtsan valmistus nefroneissa 115

Virtsatiet ja virtsaaminen 117

Virtsanerityksen säätely 117

Virtsan koostumus 118

Virtsan tutkiminen 118

9 Umpieritysjärjestelmä 120

Hormonit 122

Umpirauhaset 123

Aivolisäke 123

Käpyrauhanen 124

Kilpirauhanen 124

Lisäkilpirauhaset 125

Lisämunuaiset 125

Haima 126

Sukupuolirauhaset 127

Hormonitoiminnan säätely 128

Kudoshormonit 129

10 Hermosto 130

Viestit kulkevat hermosolujen kalvoja pitkin 130

Hermoston rakenne 133

Keskushermosto 133

Aivot 134

Isoaivot 136

Pikkuaivot 137

Väliaivot 138

Aivorunko 138

Selkäydin 138

Ääreishermosto 138

Autonominen hermosto 141

Heijasteet 143

Muisti ja oppiminen 145

Tunteet 145

Uni ja valvetila 145

11 Aistit 148

Sensoriset toiminnot 148
Näköaisti 150
Kuuloaisti 152
Kemialliset aistit 156
Somaattiset ja viskeraaliset aistit 157
Kipuaisti 158
Kiputyypit 158

12 Lisääntyminen 160

Sukupuolet ja niiden ominaispiirteet 160
Naisen lisääntymiselimet 162
Sisäiset lisääntymiselimet 163
Munarauhasten hormonaalinen toiminta 165
Kuukautiskierto 165
Miehen lisääntymiselimet 167
Hedelmöityminen 168
Uuden elämän alku 169
Raskaus ja synnytys 170
Istukka 170
Raskauden jaksot 171
Synnytys 171
Imetys 173

13 Kehon tasapaino 174

Kehon lämpötila 174
Nestetasapaino 178
Elimistön suolatasapaino ja pH 180

Sanasto 182

Hakemisto 193

Johdanto

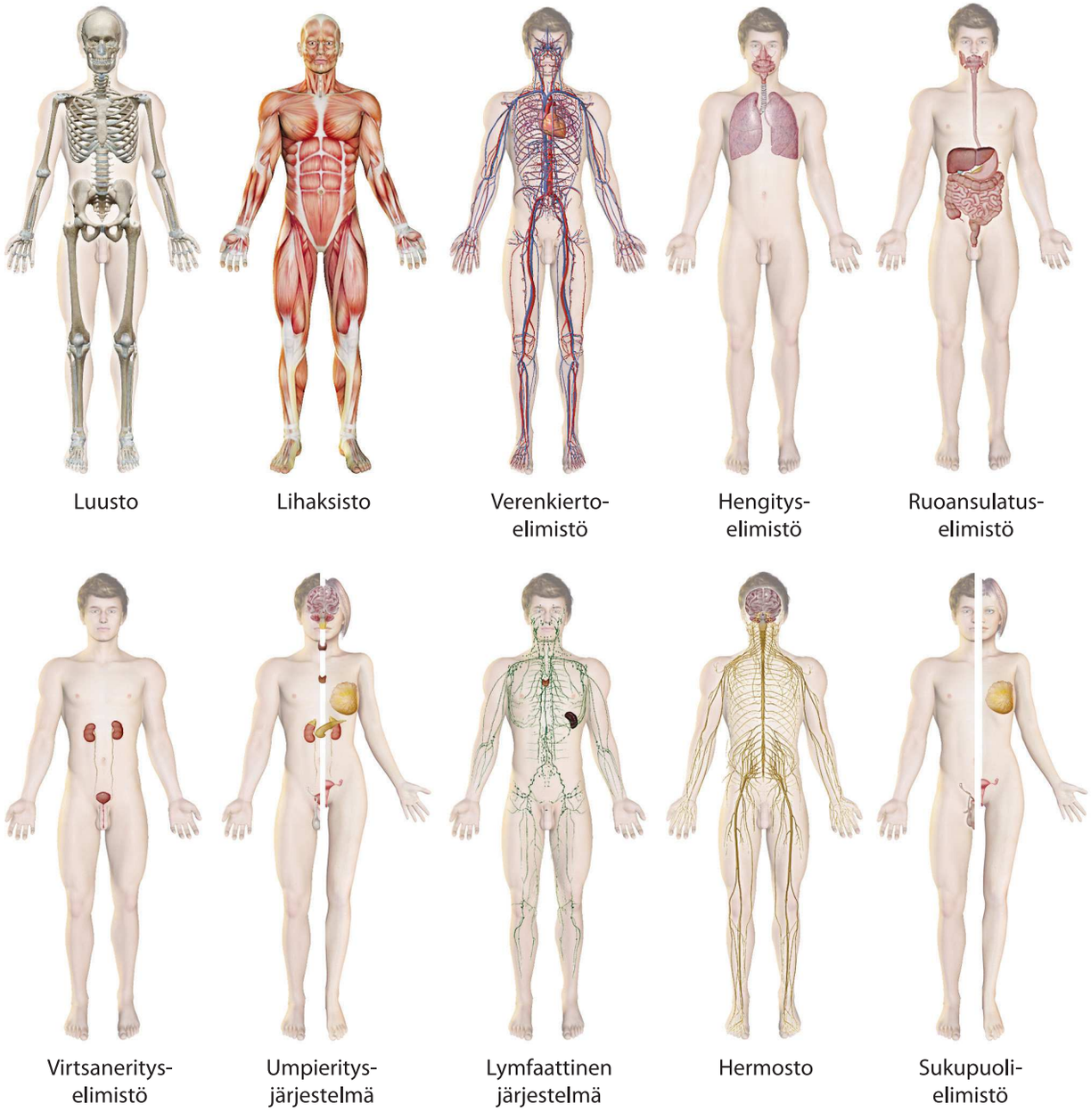
Anatomia on oppi kehon rakenteesta, ja fysiologia on oppi kehon toiminnasta. Anatomian ja fysiologian oppikirjoissa käsitellään pääasiassa normaalin terveen kehon rakennetta ja toimintaa. Patologia tutkii sairaita rakenteita ja patofysiologia taas elimistön viallista toimintaa. Sairauksien syntymekanismeja, oireita ja hoitoa selitetään tässä oppikirjassa jonkin verran, lähinnä esimerkinomaisesti.

Anatomian ja fysiologian tuntemus on lähihoitajille tärkeää, koska sairauksien ja ikääntymisen aiheuttamia muutoksia on vaikea ymmärtää, jos ei tiedä, millaisia rakenteita ihmisen kehossa on, miten ne toimivat ja miten erilaiset sisäiset ja ulkoiset tekijät vaikuttavat kehon toimintaan. Tämä tuntemus auttaa myös ymmärtämään paremmin erilaisten sairauksien mekanismeja ja hoitotoimien vaikutusta niihin.

Soluista kokonaiseksi ihmiseksi

Ihminen saa alkunsa, kun munasolu ja siittiösolu yhdistyvät. Kun hedelmöittyminen on tapahtunut, hedelmöitynyt munasolu alkaa jakaantua nopeasti ja muodostuu solurypäle. Vähitellen solurypäleeseen muodostuu soluista kerroksia ja solut muuntuvat erilaisiksi kudoksiksi. Kun alkio kasvaa, kudoksista muodostuvat elimet. Samaan tehtävään osallistuvat elimet muodostavat elimistön. Elimistö on kokonaisuus, joka hoitaa kehossa tiettyä tehtävää. Esimerkiksi hermosto huolehtii tiedonkäsittelystä ja verenkiertoelimistön tehtävänä on kuljettaa happea ja ravintoa kaikille soluille. Elimistöt tekevät yhteistyötä keskenään ja muodostavat toimivan kokonaisuuden, elävän ihmisen.

Kehon rakenne



Kehon osien nimitykset latinaksi

Lääketieteen yhteinen kansainvälinen kieli on latina. Monilla sanoilla on kreikankielinen tausta, ja kreikan ja latinan käytöllä on lääketieteessä pitkä historia. On tärkeää, että nimitysten käytöstä on sovittu kansainvälisesti. Näin lääketieteen parissa työskentelevät ymmärtävät täsmällisesti, mistä kehon osasta, toiminnasta tai sairaudesta on kysymys, olipa heidän äidinkielensä mikä tahansa.

Anatomian opiskelussa latinankieliset nimitykset ovat tärkeitä. Kaikille kehon osille, kuten pienimmille lihaksille, ei edes ole olemassa suomenkielistä vastinetta. Tässä kirjassa kehon osien nimityksille on annettu myös niiden latinankieliset vastineet ja ne löytyvät erikseen myös sanastosta.

Paikkaa ja liikettä osoittavia nimityksiä

Elimistöstä voidaan erottaa erilaisia tasoja ja suuntia, jotka auttavat paikallistamaan elimiä. Tällaisia tasoja ovat mediaanitaso, sagittaalitasot, frontaalitaso ja horisontaalitaso. Kun halutaan ilmaista jonkin raken-

Frontaalitaso jakaa kehon pystysuunnassa kahteen osaan.

Horisontaalitaso jakaa kehon ylä- ja alapuoliskoon.

Mediaanitaso jakaa kehon oikeaan ja vasempaan puoliskoon. Kaikki mediaanitason suuntaiset tasot ovat sagittaalitasoja.

teen sijainti kehossa, voidaan käyttää useita paikkaa ilmaisevia käsitteitä. Esimerkiksi dorsaalinen tarkoittaa selänpuoleista, jolloin voidaan sanoa, että haima sijaitsee mahalaukun dorsaalipuolella eli mahalaukun takana. Kraniaalinen ja superiorinen ovat ihmiskehosta puhuttaessa samaa tarkoittavia sanoja, samoin kuin kaudaalinen ja inferiorinen. Raajojen eri rakenteiden paikkaa ilmaisevat käsitteet poikkeavat hieman kehon yhteydessä käytetyistä ilmauksista.

Kehon paikkaa ilmaisevat käsitteet.

kraniaalinen (*cranialis*)	päänpuoleinen
kaudaalinen (*caudalis*)	hännänpuoleinen
superiorinen (*superior*)	ylhäällä sijaitseva
inferiorinen (*inferior*)	alhaalla sijaitseva
anteriorinen (*anterior*)	edessä sijaitseva
posteriorinen (*posterior*)	takana sijaitseva
ventraalinen (*ventralis*)	vatsanpuoleinen
dorsaalinen (*dorsalis*)	selänpuoleinen
mediaalinen (*medialis*)	lähellä keskitasoa sijaitseva
lateraalinen (*lateralis*)	kaukana keskitasosta sijaitseva

Raajojen rakenteiden paikkaa ilmaisevat käsitteet.

dorsaalinen (*dorsalis*)	kädenselän- tai jalanselänpuoleinen
palmaarinen (*palmaris*) **volaarinen** (*volaris*)	kämmenen-puoleinen
plantaarinen (*plantaris*)	jalkapohjan-puoleinen
proksimaalinen (*proximalis*)	tyvenpuoleinen, lähempänä vartaloa
distaalinen (*distalis*)	kärjenpuoleinen, kauempana vartalosta

1

Soluista kudoksiin

- Kaikki elävät organismit muodostuvat soluista.
- Solut ovat pieniä elämän perusyksiköitä, joilla on kaikilla sama perusrakenne.
- Solut tarvitsevat happea ja ravintoa energian tuottamiseen ja rakennusaineiksi.
- Solut lisääntyvät jakautumalla.
- Jokaisen yksilön rakennusohjeet ovat tallennettuina geeneihin, jotka sijaitsevat solun tumassa.
- Aluksi pienellä alkiolla kaikki solut ovat samanlaisia. Vähitellen ne erikoistuvat ja keskenään samanlaiset solut muodostavat kudoksia.

CASE | Miten vastaat?

Toimit päiväkodissa lähihoitajana. Yksi lapsista kertoo, että hänen pikkuveljellään on Downin oireyhtymä. Lapset kysyvät sinulta, mitä Downin oireyhtymä tarkoittaa. Osaatko vastata heille?

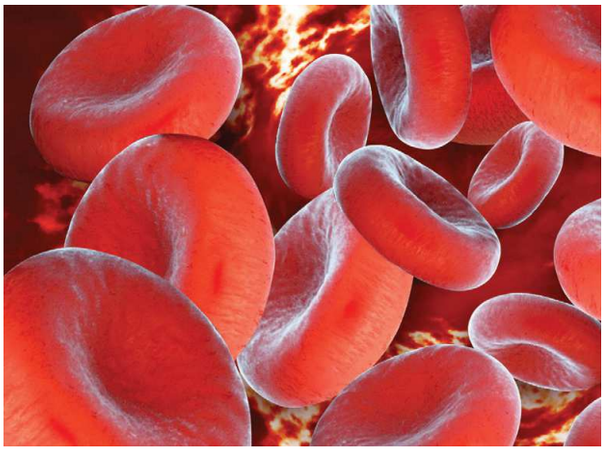
Koostumme soluista

Solut ovat pieniä, noin mikrometrin (µm, millimetrin tuhannesosa) kokoisia elämän perusyksiköitä. Tämän virkkeen perässä olevan pisteen alalle mahtuisi yli 200 solua. Toisaalta lihassolut voivat olla jopa 30 senttimetrin ja hermosolujen viejähaarakkeet jopa metrin pituisia. Ihmisen kehitys alkaa kahdesta solusta, munasolusta ja siittiösolusta.

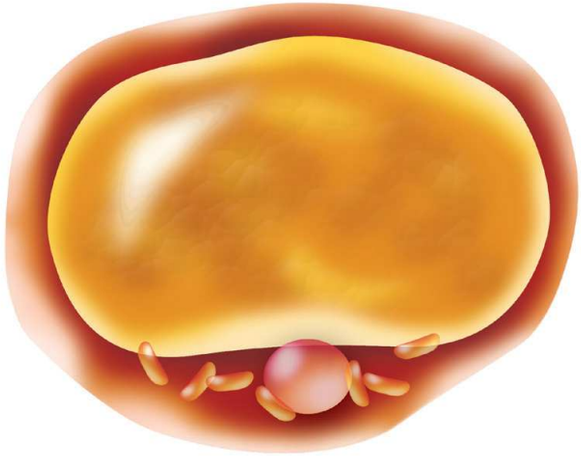
Kehittyvän yksilön solunjakautuminen on kiivasta, ja se johtaa lopulta valtavaan määrään, yli sataan biljoonaan (10^{14}), soluja. Solujen elinikä vaihtelee niiden tehtävien mukaan. Punasolut elävät vain noin neljä viikkoa, ja niitä syntyy jatkuvasti lisää. Toisaalta suuri osa hermo- ja lihassoluista on uusiutumattomia, eikä uusia soluja synny enää sikiökauden jälkeen.

Elimistön soluja

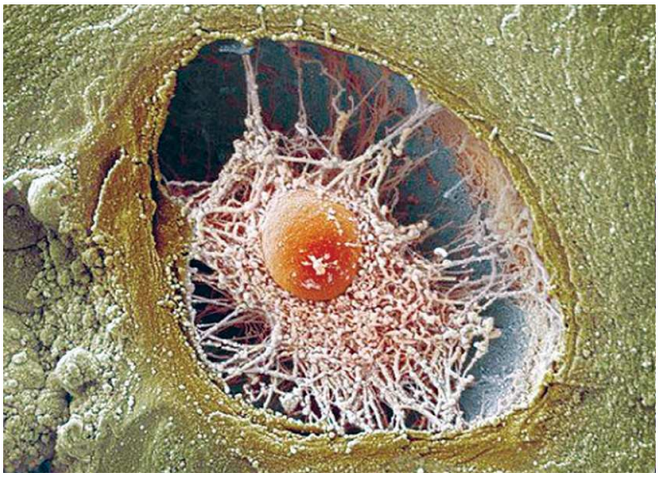
Miltei kaikilla ihmisen soluilla on samanlainen perusrakenne, mutta niiden koko ja muoto vaihtelevat.



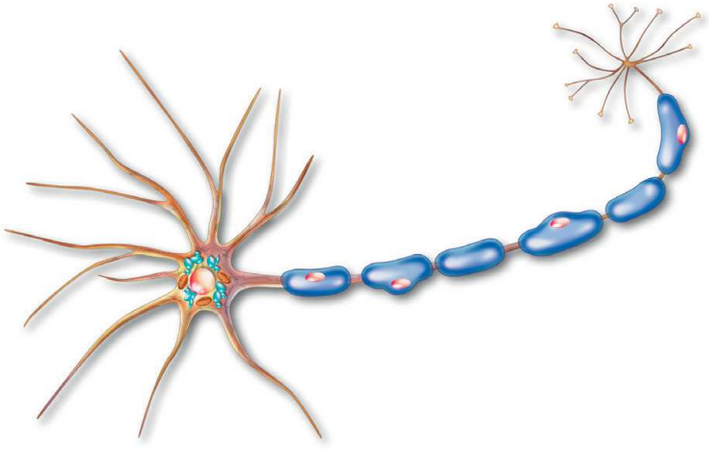
Veren punasolu on kooltaan pieni, tumaton, happea muille soluille kuljettava solu.



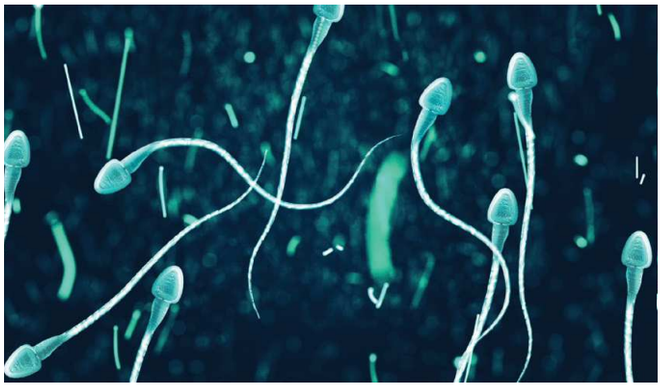
Rasvasolussa tuma ja soluelimet ovat aivan solun reunoilla ja varastorasva täyttää solun miltei kokonaan.



Luusolu on pehmeä ja elävä solu, joka on vankina sen itsensä valmistaman kovan, kalsiumista ja fosfaatista koostuvan soluväliaineen sisällä.



Hermosolussa on pitkiä haaroja. Solukalvoa pitkin välittyy tietoa sähköisenä jännitteen-muutoksena.



Siittiösolu ui käyttämällä siimaansa.

Kaikilla soluilla on sama perusrakenne. Solua ympäröi rasvaliukoinen solukalvo, ja sen sisällä on solun toimintaa ohjaava tuma ja lukuisia muita solun toiminnalle välttämättömiä soluelimiä. Solut eroavat toisistaan muodoltaan ja rakenteeltaan sen mukaan, missä osassa elimistöä ne sijaitsevat ja mikä on niiden tehtävä. Solujen valmistamat valkuaisaineet ovat myös erilaisia. Esimerkiksi osa haiman soluista valmistaa hormoneja ja osa taas ruoansulatukselle välttämättömiä entsyymejä.

Elimistön toiminta perustuu soluissa tapahtuvaan aineenvaihduntaan. Solu saa energiaa polttamalla ravintoaineita hapen avulla. Ravinnosta solut saavat myös rakennusaineita, joista ne muodostavat uusia aineita ja poistavat ulkopuolelle jäte- eli kuona-aineita. Toiset solut pystyvät liikkumaan siimojen tai valejalkojen avulla, kun taas toiset, kuten hermosolut, ovat erikoistuneet tiedonvälitykseen. Yksinkertaisimmat organismit, kuten bakteerit ja yksisoluiset, muodostuvat vain yhdestä solusta. Monisoluisten, kuten ihmisen, solut muodostavat toiminnallisia kokonaisuuksia, ja niiden välillä on monimutkainen työnjako ja vuorovaikutus.

Solun kemiallinen rakenne

Solu koostuu pääasiassa neljästä alkuaineesta: hiilestä (C), vedystä (H), hapesta (O) ja typestä (N). Näistä alkuaineista muodostuu molekyylejä, joista tärkeimmät rakennusaineet ovat proteiinit eli valkuaisaineet, lipidit eli rasvat, hiilihydraatit eli sokerit ja nukleiinihapot (DNA, RNA). Orgaaniset yhdisteet sisältävät aina hiiltä. Suurin osa solusta on kuitenkin vettä, joka on elimistön tärkein epäorgaaninen yhdiste. Muita alkuaineita, esimerkiksi kivennäis- ja hivenaineita, soluissa on vähemmän.

Molekyyli
Molekyyli on kahden tai useamman atomin muodostama ryhmä.

Kivennäis- ja hivenaineet

Kivennäisaineet (0,1–1,5 % ruumiinpainosta)	kalsium (Ca), fosfori (P), kalium (K), rikki (S), natrium (Na), kloori (Cl), magnesium (Mg)
Hivenaineet (Alle 0,01 % ruumiinpainosta)	rauta (Fe), jodi (I), fluori (F), kupari (Cu), sinkki (Zn), mangaani (Mn), koboltti (Co), kromi (Cr), tina (Sn), pii (Si), vanadium (V)

Valkuaisaineet eli Proteiinit

Proteiinit ovat ihmisen tärkeimpiä rakennusaineita, ja niillä on lukuisia erilaisia tehtäviä elimistössä. Entsyymit ovat proteiineja, jotka muokkaavat elimistön molekyylejä. Ne nopeuttavat aineiden välisiä reaktioita ja siten osallistuvat molekyylien hajotukseen ja rakentamiseen. Esimerkiksi

ruoansulatusentsyymit hajottavat ravintoaineita ruoansulatuskanavassa.

Proteiinit muodostuvat pitkistä aminohappoketjuista. Aminohappo on pieni molekyyli, joka sisältää aina typpeä (aminoryhmä -NH_2). Solussa on tuhansia erilaisia proteiineja, mutta ne kaikki ovat muodostuneet vain kahdestakymmenestä erilaisesta aminohaposta. Osan aminohapoista solut osaavat valmistaa itse, mutta osa tulee elimistöön ravinnon proteiinien mukana. Solu valmistaa valkuaisaineita eli proteiineja geenien sisältämien ohjeiden mukaan, liittämällä aminohappoja yhteen pitkiksi ketjuiksi. Valmiit proteiinit muodostuvat yhdestä tai useammasta aminohappoketjusta jotka ovat kiertyneet ja laskostuneet kullekin valkuaisaineelle ominaisella tavalla.

Rasvat eli lipidit

Rasvat toimivat solujen rakennusaineina, ja suuren energia-arvonsa takia ne toimivat elimistön energialähteenä. Solukalvot rakentuvat rasvoista. Soluissa esiintyy jopa tuhat erilaista lipidiä. Solut käyttävät rasvahappoja energianlähteenä ja varastoivat ylimääräiset ravintoaineet pisaroiksi rasvasoluihin. Tarpeen tullen varastorasvat muutetaan rasvahapoiksi ja käytetään solujen polttoaineena. Pääosan solujen tarvitsemista rasvahapoista solut pystyvät valmistamaan hiilihydraateista. Osa rasvahapoista on kuitenkin saatava ravinnosta.

Proteiinien tehtäviä

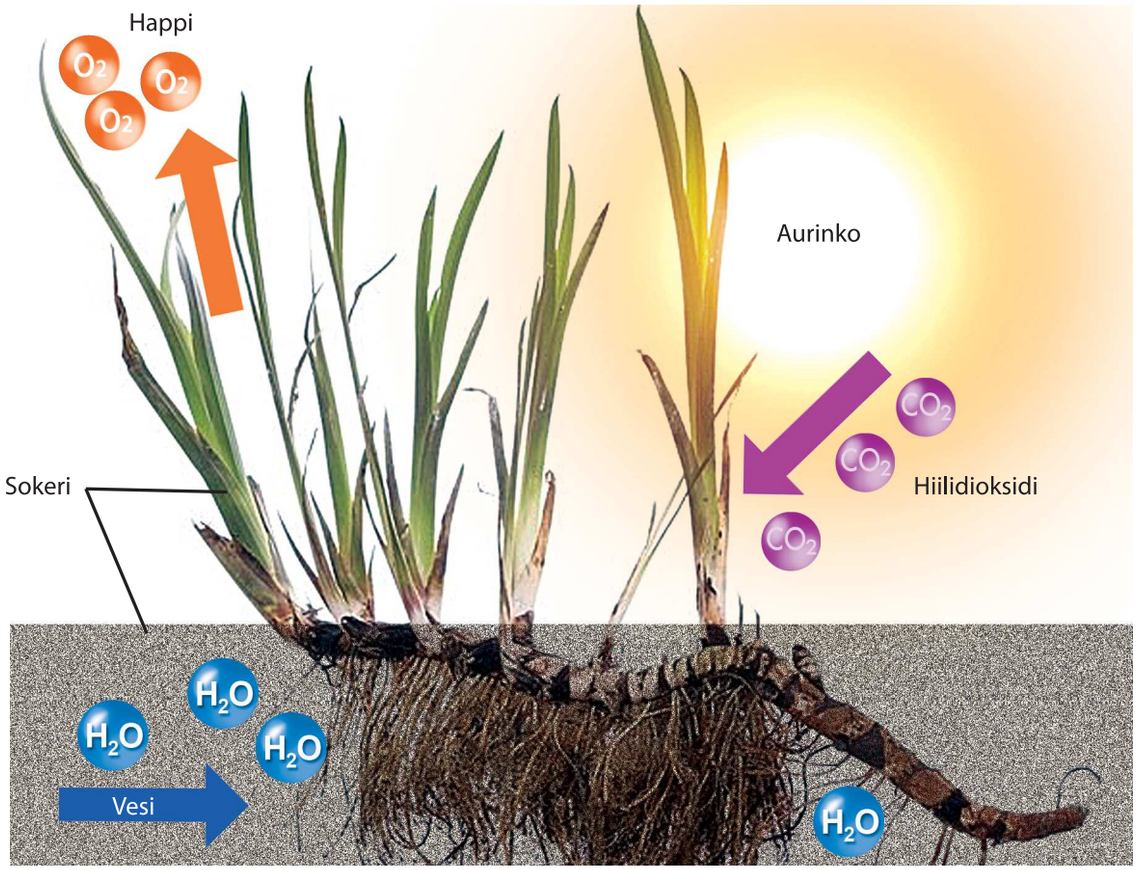
Proteiini	Tehtävä	Sijainti
Entsyymit	Kiihdyttävät kemiallisia reaktioita	Kaikkialla elimistössä
Hormonit	Toimivat kemiallisina viestiaineina	Liikkuvat veren mukana
Vasta-aineet	Osallistuvat elimistön puolustukseen taudinaiheuttajia vastaan	Veressä ja kudosnesteessä
Lihasten proteiinisäikeet	Saavat aikaan lihassupistuksen	Lihaksissa
Elimistön kuljetusmolekyylit	Kuljettavat erilaisia aineita	Veressä, kudosnesteessä ja solukalvoissa
Reseptorimolekyylit	Ottavat vastaan ja välittävät viestejä	Solukalvoissa ja aistinelimissä

Hiilihydraatit

Vihreät kasvit valmistavat hiilihydraatteja vedestä ja hiilidioksidista auringon valoenergian avulla. Samalla vapautuu happea. Tätä reaktiota kutsutaan yhteyttämiseksi eli fotosynteesiksi. Kaikki ravinnon mukana saatu energia on auringosta peräisin. Ihmiset käyttävät ravinnokseen kasveja, jotka ovat sitoneet auringon energian sokeriksi, ja eläimiä, jotka ovat syöneet kasveja. Solut käyttävät glukoosia polttoaineena energiantuotannossaan ja hermosoluille se on ainoa energianlähde.

Soluissa hiilihydraatteja on solukalvon rakenteissa ja varastoituneena solun sisällä varastosokerina eli glykogeeninä, nopeaa energiantuottoa varten. Glukoosia on veressä paljon ruokailun jälkeen. Insuliinihormoni vaikuttaa solukalvoon siten, että glukoosi pääsee solun sisälle polttoaineeksi tai edelleen muokattavaksi varastomuotoon.

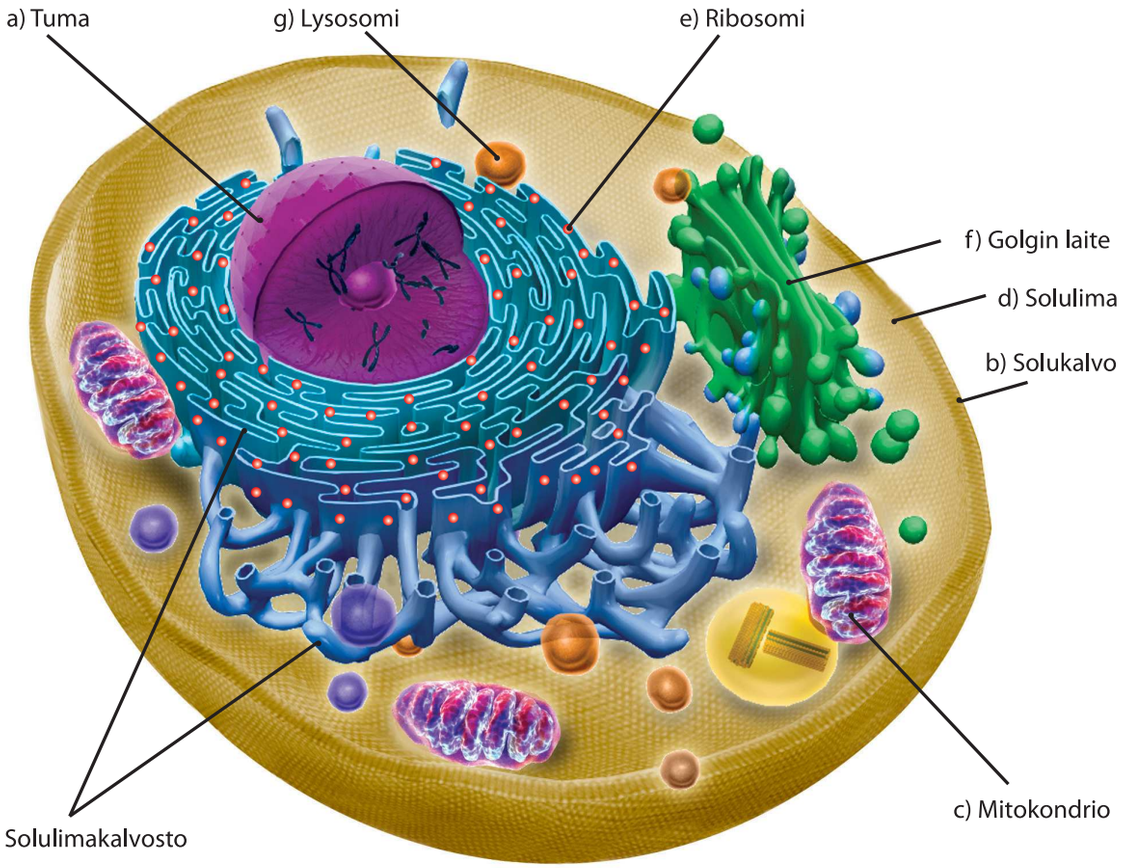
Glukoosi
Suurin osa sokereista imeytyy ruoansulatuksesta glukoosina eli rypälesokerina, joka on yksinkertainen hiilihydraattimolekyyli.



Fotosynteesi tapahtuu kasvin viherhiukkasessa. Siinä syntyy auringon valon avulla glukoosia vedestä ja hiilidioksidista:

$6H_2O + 6CO_2 +$ auringonvalon energia $= C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

Solun rakenne



a) **Tuma** on solun johtokeskus: siellä sijaitsevat geenit, joiden ohjeiden avulla valmistetaan valkuaisaineita.

b) **Solukalvo** suojaa solua. Solukalvon rakenteiden avulla solu voi myös kiinnittyä muihin soluihin.

c) **Mitokondrio** on pieni pitkulainen tai pyöreä soluelin, jossa tapahtuu soluhengitys. Mitokondrioita on paljon soluissa, jotka tarvitsevat runsaasti energiaa. Tällaisia soluja ovat esimerkiksi maksasolut ja lihassolut. Punaisissa verisoluissa mitokondrioita ei ole lainkaan

d) Hyytelömäisessä **solulimassa** (sytoplasma) on liuenneita suoloja, entsyymejä, proteiineja ja aineenvaihduntatuotteita. Solun sisällä on kalvorakenteita, jotka jakavat soluliman osastoihin. Solun sisällön osastoihin jakava solulimakalvosto mahdollistaa erilaiset olosuhteet erilaisille kemiallisille reaktioille. Kalvot toimivat myös solunsisäisinä kuljetusreitteinä.

e) **Ribosomit** ovat solujen valkuaisainetehtaita. Osa niistä on vapaana solulimassa, mutta suurin osa on kiinni solulimakalvostossa.

f) **Golgin laite** on muodostunut päällekkäisistä kalvoista. Se pakkaa valmiit proteiinit pieniin rakkuloihin, joissa ne poistetaan solun ulkopuolelle

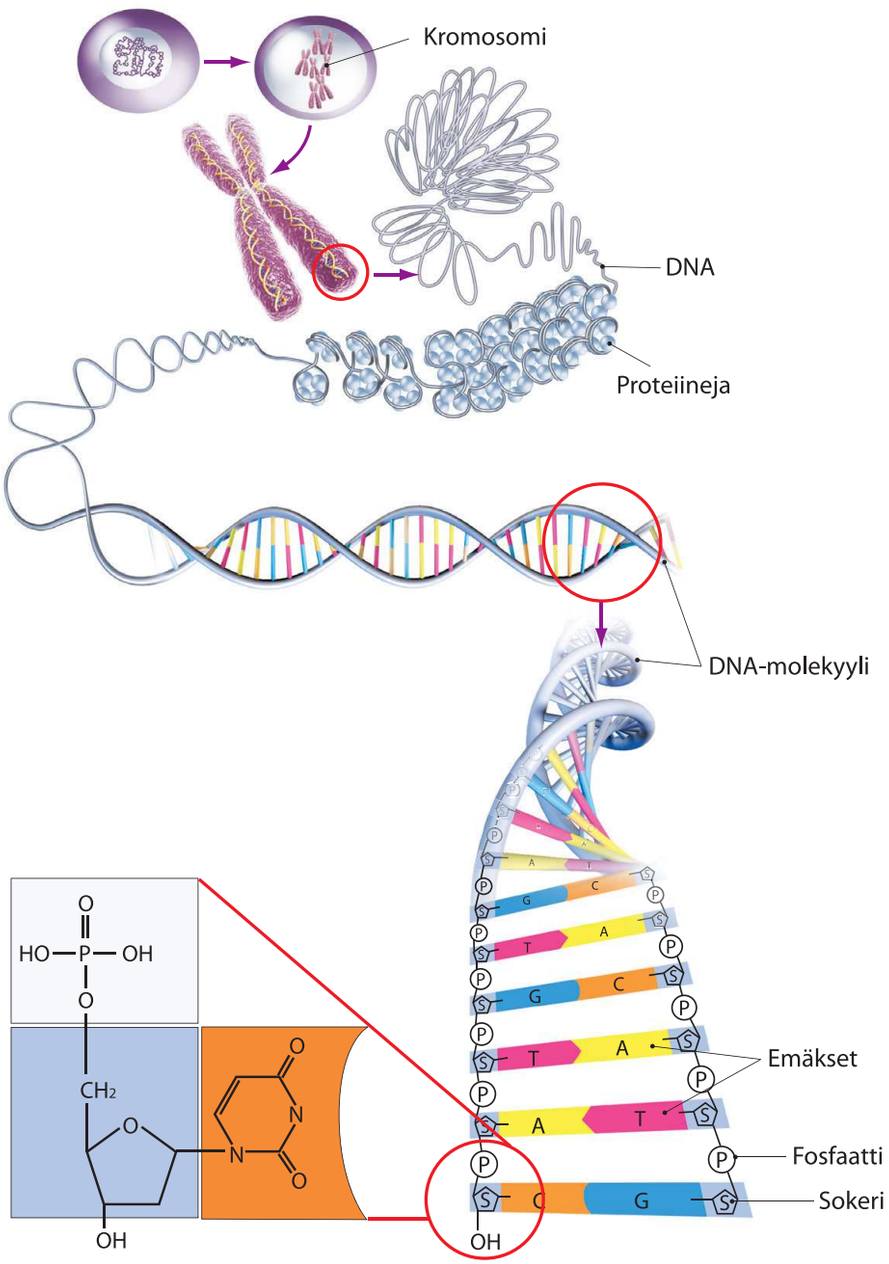
g) **Lysosomien** tehtävänä on huolehtia solun jätehuollosta. Ne sisältävät entsyymejä, jotka hajottavat soluliman sisältämiä ylimääräisiä kappaleita.

Solun toiminta

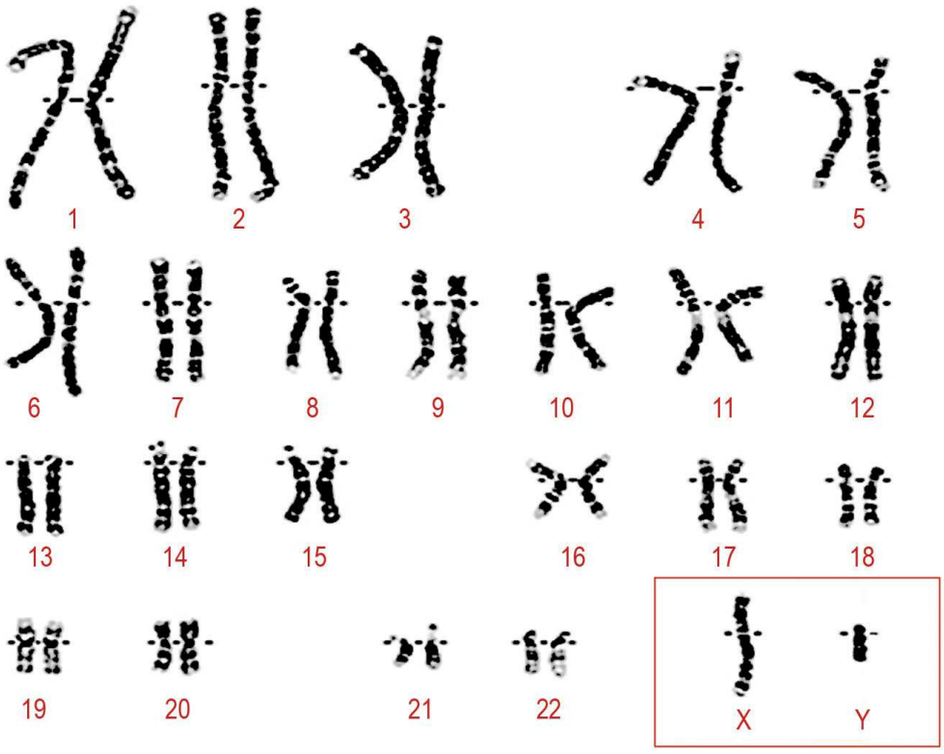
Tuma ohjaa solun toimintaa geenien avulla. Geenit sijaitsevat kromosomeissa, jotka ovat muodostuneet pitkistä DNA-ketjuista. Geeni muodostuu lyhyistä pätkistä DNA:ta, jotka yhdessä sisältävät proteiinin ohjeen. Ihmisellä on 46 kromosomia, ja niistä on selvitetty tähän mennessä ihmisen koko perimä: noin 20 000 geeniä. Geenit muodostavat vain pienen osan DNA-rihmasta. Yksilön kaikissa soluissa on identtinen DNA, mutta kussakin solussa toimivat vain ne geenit, joita solu tarvitsee toimiakseen oikein. Esimerkiksi lihassolussa toimivat lihassolun valkuaisaineen valmistuksessa tarvittavat geenit ja muut geenit ”nukkuvat”.

DNA
eli deoksiribonukleiinihappo on pitkä sokerista, fosforihaposta ja emäksestä muodostunut kaksijuosteinen molekyyli. Solussa on myös toista nukleiinihappoa, yksijuosteista RNA:ta (ribonukleiinihappoa), joka osallistuu proteiinisynteesiin. Ihmisen solut voivat valmistaa noin 100 000 erilaista proteiinia.

DNA, geenit ja kromosomit



Ihmisen kromosomit



Solun valmistautuessa jakaantumiseen DNA pakkautuu kromosomeiksi. Kromosomeista puolet on peräisin isältä ja puolet äidiltä. Sukusoluissa, munasolussa ja siittiöissä on puolet vähemmän kromosomeja (n=23). Kun hedelmöityksessä siittiö- ja munasolu yhdistyvät, myös niiden **kromosomistot** yhdistyvät, jolloin hedelmöittyneessä munasolussa on oikea (n=46) määrä kromosomeja. Näistä kaksi kromosomia on **sukupuolikromosomeja (X ja Y)** ja loput 44 muita kromosomeja, niin sanottuja **autosomeja**. Solut lisääntyvät jakautumalla. Ennen jakautumistaan solun DNA kahdentuu. Kahdentumisessa solun DNA monistetaan, jotta molemmille soluille tulee sama määrä DNA:ta.

Soluhengitys

Soluhengitys tapahtuu mitokondrioissa. Mitokondriot ovat solujen voimalaitoksia, joissa syödyn ravinnon energia, muutetaan soluille käyttökelpoisempaan muotoon. Energia varastoidaan adenosidifosfaatti-molekyyleihin (ADP) ja adenositrifosfaatti-molekyyleihin (ATP). Näistä molekyyleistä energia saadaan nopeasti solujen käyttöön. Esimerkiksi lihassolun supistuminen on mahdollista tämän energian avulla. Samalla vapautuu runsaasti lämpöenergiaa, mikä on välttämätöntä kehon toiminnan kannalta.

Soluhengitys

Soluhengityksessä solu hajottaa ravinnosta saatua sokeria ja rasvahappoja hapen avulla (= palamisreaktio), jolloin syntyy vettä ja hiilidioksidia ja vapautuu energiaa.

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6H_2O + 6CO_2 +$ energiaa.

Energiaa voidaan vapauttaa soluissa myös anaerobisesti maitohappokäymisen avulla, jos happea ei ole riittävästi saatavilla. Näin tapahtuukin suorituksissa, joissa tarvitaan paljon energiaa nopeasti.

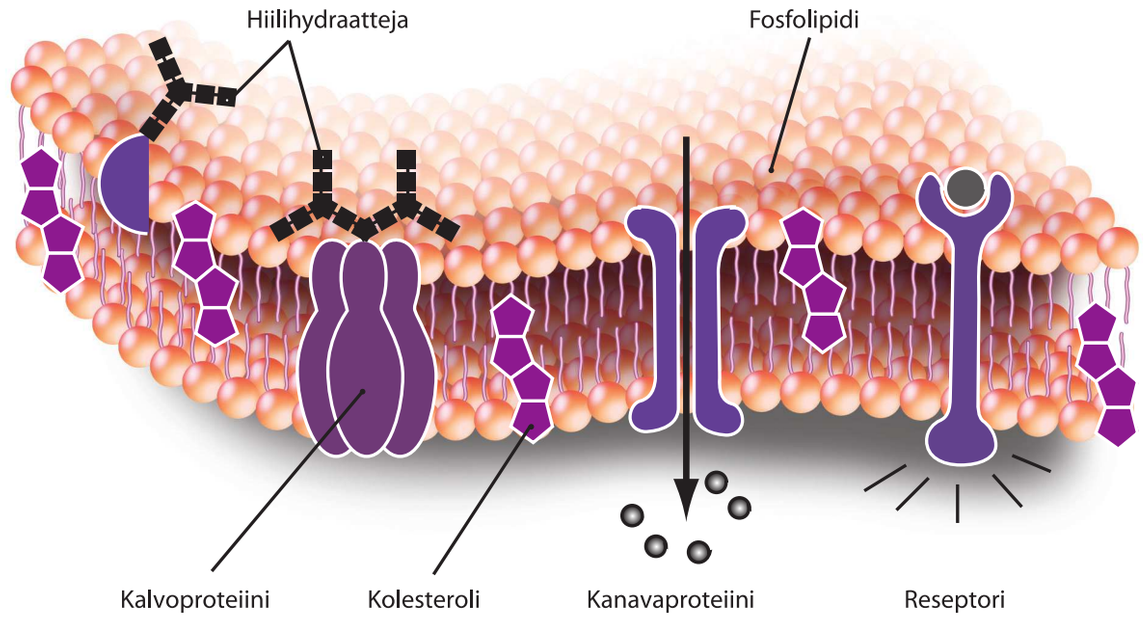
Aineiden kuljetus soluun ja solusta pois

Solukalvo on erittäin ohut rasvarakenteinen kalvo, joka ympäröi solua. Solukalvo toimii rajana soluliman ja solun ulkopuolisen nesteen välillä. Solukalvo valikoi tarkasti, mitä aineita pääsee solun sisään ja solusta ulos. Solukalvolla on reseptoreja, jotka välittävät solun ulkopuolelta tulevia viestejä solun sisäpuolelle. Tällaisia viestintuojia ovat esimerkiksi hormonit.

Kaasut (O_2 ja CO_2) ja rasvat siirtyvät kalvon läpi diffuusion avulla, eli molekyylit siirtyvät sinne, missä niiden pitoisuus on pienempi. Vesimolekyylit (H_2O) taas pääsevät kalvon läpi osmoosin avulla. Osmoosissa vesi liikkuu kalvon läpi aina väkevämpää liuosta kohti. Ionien ja molekyylien siirtämistä varten kalvossa on proteiinikanavia ja siirtäjäproteiineja. Natrium-kaliumpumput vievät paljon energiaa, ja ne huolehtivat siitä, että solun sisäpuolella on enemmän kaliumioneja ja ulkopuolella natriumioneja. Tämä pitoisuusero mahdollistaa esimerkiksi viestien kulkemisen hermosoluissa.

Ioni
Ioni on alkuaine, jolla on sähköinen (negatiivinen tai positiivinen) varaus vesiliuoksessa.

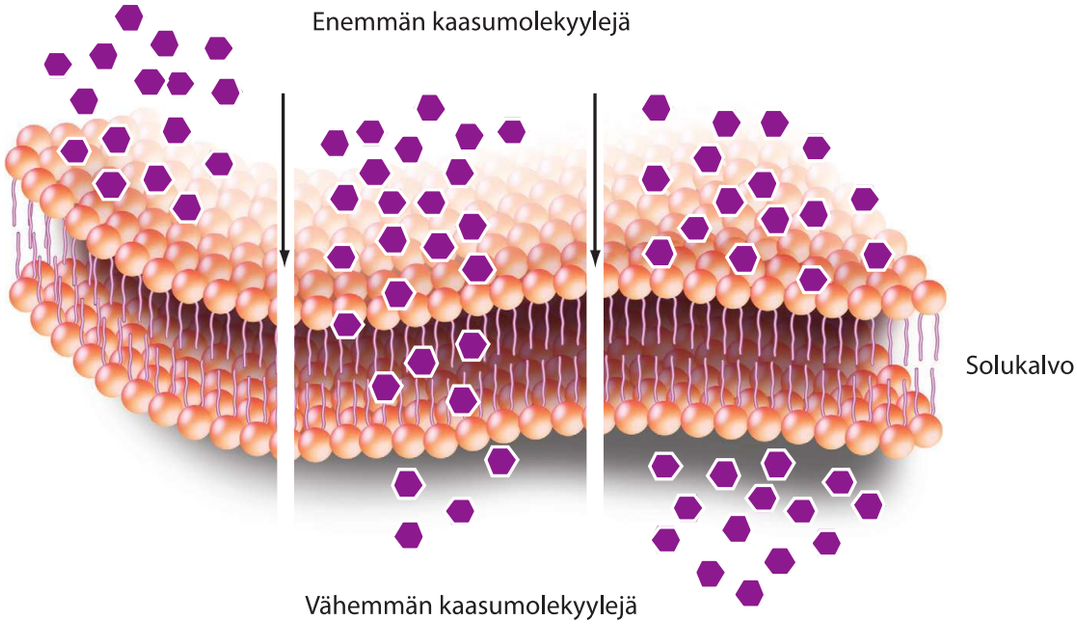
Solukalvon rakenne



Kalvossa on kaksi lipidikerrosta. Proteiinit läpäisevät kalvon kokonaan tai osittain. Ne toimivat kuljetustehtävissä tai vastaanottimina eli **reseptoreina**. Solukalvon ulkopinnalla on **hiilihydraattiketjuja**, joilla on merkitystä solujen välisinä tunnistimina.

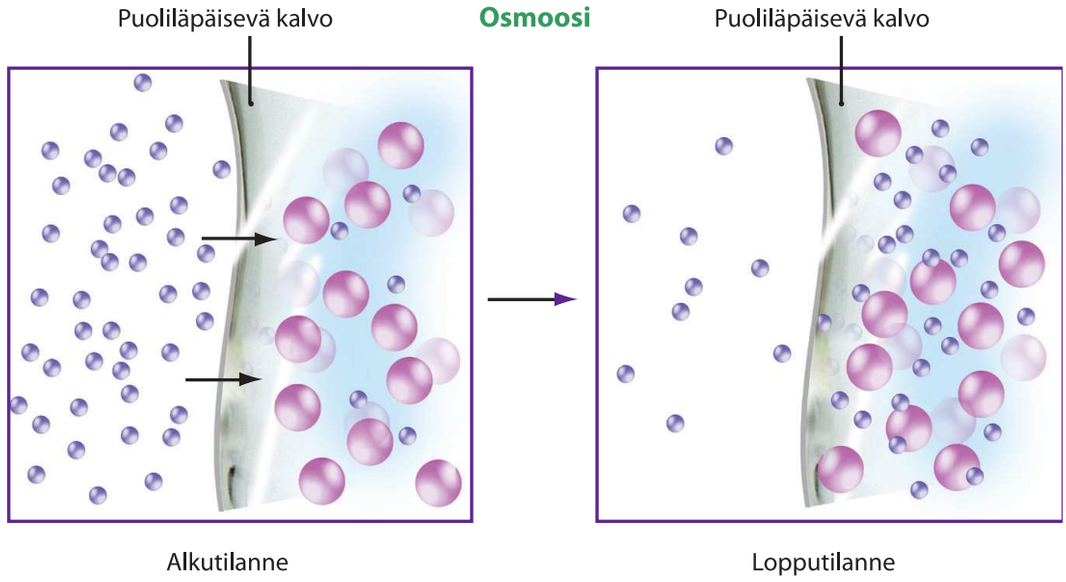
Diffuusio

Diffuusiossa kaasumolekyylit siirtyvät pienempää osapainetta kohti eli sinne, missä niitä on vähemmän.



Osmoosi

Osmoosissa molekyylit liikkuvat puoliläpäisevän kalvon läpi ja pyrkivät siirtymään sinne, missä niitä on vähemmän. Solukalvoa sanotaan puoliläpäiseväksi, koska vain pienimmät molekyylit, kuten vesimolekyylit, voivat liikkua vapaasti sen läpi. Vesimolekyylit siirtyvät kalvon läpi niin, että osmoosin tapahduttua liuos on yhtä väkevää kalvon molemmin puolin.



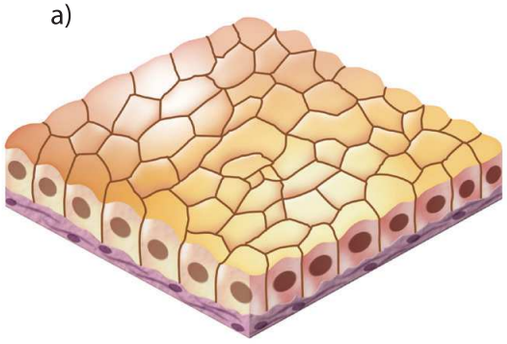
Kudokset

Kudokset ovat muodostuneet keskenään samanlaisista soluista sekä soluväliaineesta. Soluväliaine on solujen valmistamaa ainetta, jota on solujen väleissä. Kudokset jaetaan epiteeli- eli pintakudoksiin, side- ja tukikudoksiin, lihaskudoksiin ja hermokudokseen. Histologia eli kudosoppi on tieteenala, joka tutkii kudoksia.

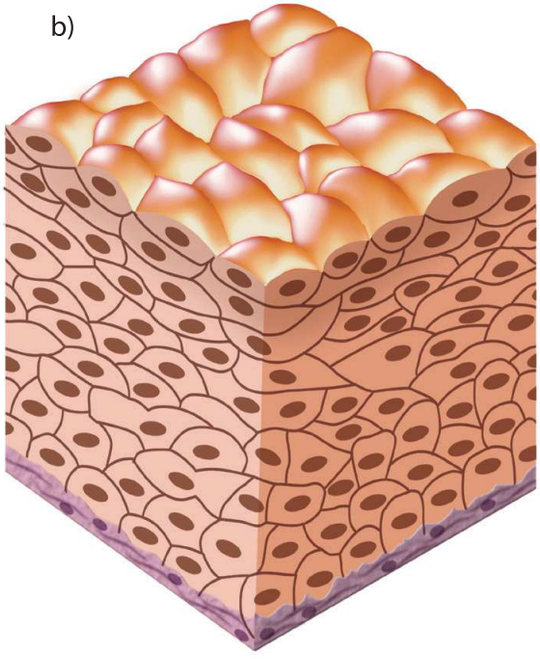
Epiteelikudos eli pintakudos

Epiteelikudos on muodostunut tiiviisti toisiinsa liittyneistä soluista. Epiteelikudosta on kaikilla elimistön pinnoilla: ihon, limakalvojen ja elinten uloin pinta on epiteelikudosta. Epiteelikudokselle on tyypillistä jatkuva ja nopea uusiutuminen.

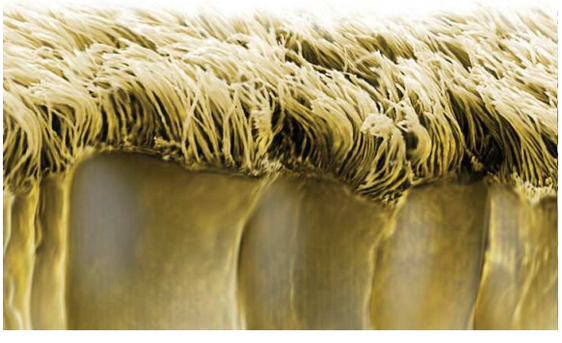
a)



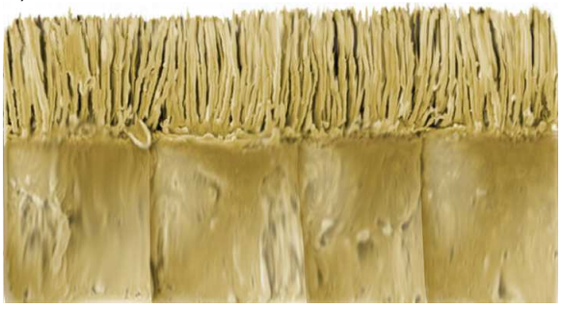
b)



c)



d)



Epiteelikudosta on monta eri tyyppiä.

a) **Yksinkertaista epiteeliä** on siellä, missä aineiden pitää päästä helposti solukerroksen läpi. Tällaisia ovat esimerkiksi kapillaarit eli hiussuonet, jotka huolehtivat aineiden kuljetuksesta soluille.

b) **Monikerroksista epiteeliä** on paikoissa joissa vaaditaan suojaa ja kulutuksen kestävyyttä. Tällaisia pintoja on ihossa, ruoansulatuskanavan alkupäässä, äänihuulissa ja emättimessä.

Epiteelisolujen pinnalla voi olla

c) **värekarvoja**, kuten hengitysteiden pinnalla, tai

d) **mikrovilluksia**, jotka lisäävät ohutsuolen sisäpinnan pinta-alaa.

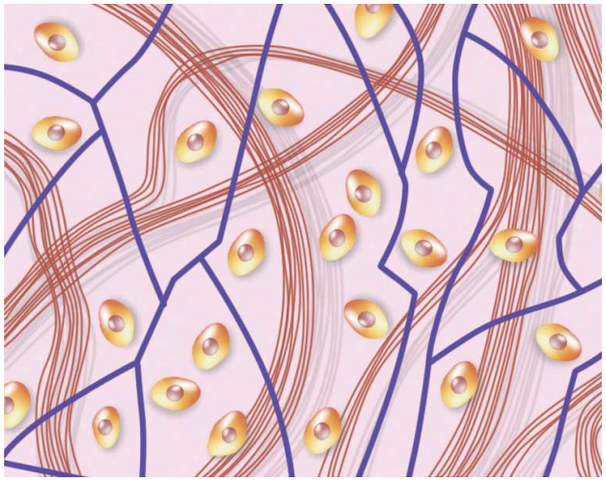
Side- ja tukikudokset

Side ja tukikudokset suojaavat ja tukevat muita elimiä. Side- ja tukikudoksiin kuuluvat löyhä sidekudos, tiivis sidekudos, rasvakudos, rustokudos, luukudos ja veri.

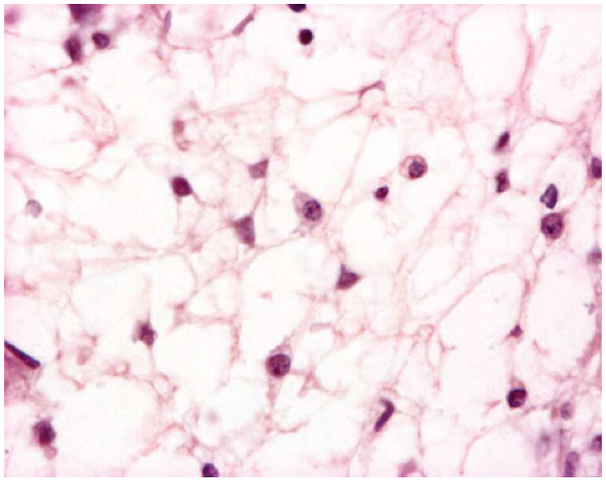
Löyhä sidekudos on täytekudosta, jota on esimerkiksi ihossa ja muiden kudosten välissä. Löyhässä sidekudoksessa on paljon soluväliainetta, joka on hyvin vesipitoista ja hyytelömäistä. Väliaineessa on valkuaisainesäikeitä. Löyhä sidekudos uusiutuu nopeasti. Haavan parantuessa aukon peittää ensin sidekudos, jonka korvaa myöhemmin alkuperäinen kudos. Jos näin ei käy, syntyy sidekudoksinen arpi.

Tiiviissä sidekudoksessa on vähän soluväliainetta. Sen sijaan proteiinisäikeitä on paljon, ja ne ovat tiiviisti rinnakkain. Jänteet, nivelsiteet sekä elimiä ja lihaksia ympäröivät kalvot ovat tiivistä sidekudosta, koska niissä tarvitaan suurta vetolujuutta.

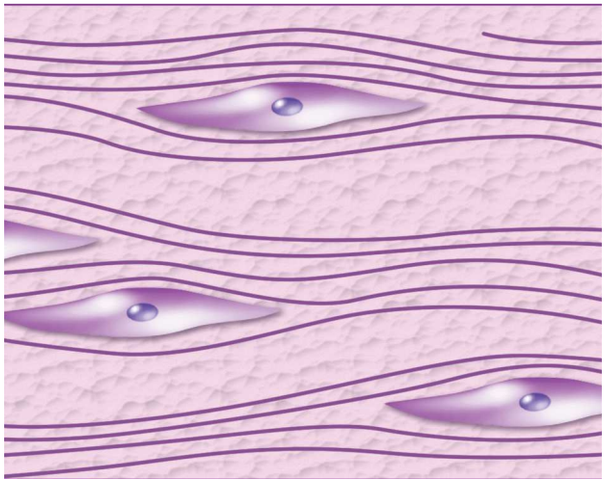
Rasvakudoksen solut toimivat rasvavarastona. Rasva on varastoitunut niihin pisaroina, ja soluelimet ovat solun reunoilla. Soluväliainetta rasvakudoksessa on hyvin vähän. Rasvakudosta on etenkin ihon alla ja sisäelinten ympärillä.



Löyhää sidekudosta



Rasvakudos toimii energiavarastona. Kaikki ylimääräinen ravinto varastoidaan rasvakudokseen.

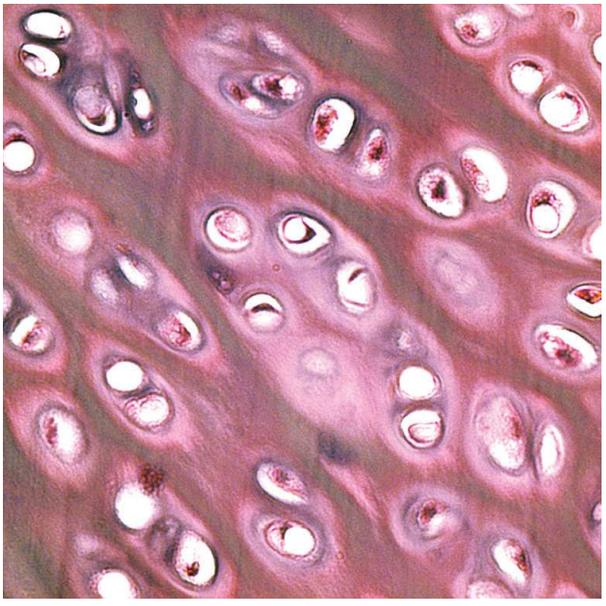


Tiiviistä sidekudosta

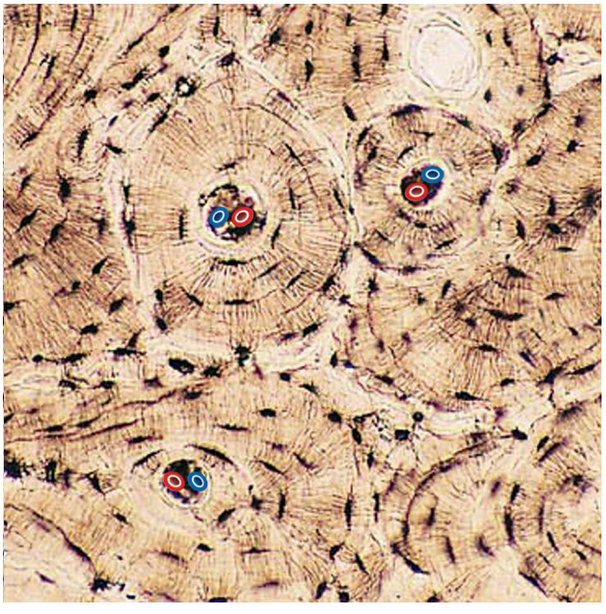
Rustokudoksessa on rustosoluja ja paljon joustavaa soluväliainetta. Soluväliaineessa on paljon proteiinisyitä, jotka tekevät kudoksesta kimmoisaa. Rustokudoksessa ei ole verisuonia, vaan sen solut saavat happea ja ravintoa ruston pinnalla olevasta rustokalvosta. Rustokudos uusiutuu ja siten myös paranee huonosti. Rustokudosta onkin joustoa vaativissa paikoissa. Rintakehässä kylkiluiden rusto joustaa hengitettäessä. Rustoreunaiset selkärangan välilevyt tekevät selkärangasta taipuisan ja toimivat iskunvaimentimina nikamien välissä. Häpyrusto liittää häpyluut yhteen, ja naisella se pehmenee raskausaikana ja joustaa synnytyksessä. Rustoa on myös nivelissä, henkitorvessa, keuhkoputkissa, nenässä ja korvalehdissä. Sikiöllä tukiranka on aluksi rustoinen ja korvautuu vähitellen luukudoksella.

Luukudoksessa on paljon kovaa ja kestävää soluväliainetta. Se sisältää kalsiumia, fosforia, kollageenisäikeitä ja vettä. Solut ovat pienissä onteloissa soluväliaineen sisällä. Ne ovat sijoittuneet luukudoksessa kulkevien verisuonikanavien ympärille, ja ne ovat kanavien kautta yhteydessä verisuonikanavaan ja toisiinsa. Vilkkaan aineenvaihduntansa ansiosta luukudos paranee nopeasti.

Veri on ainoa nestemäinen kudos. Veressä on verisoluja, ja sen väliaine on veriplasmaa. Plasmassa on valkuaisaineita ja veren kuljettamia aineita, kuten ravinto- ja kuona-aineita.



Rustosoluja ja proteiinisyitä rustokudoksessa



Tiiviissä luukudoksessa oleva verisuonikanava ja sen ympärille sijoittuneita luusoluja.

Lihaskudos

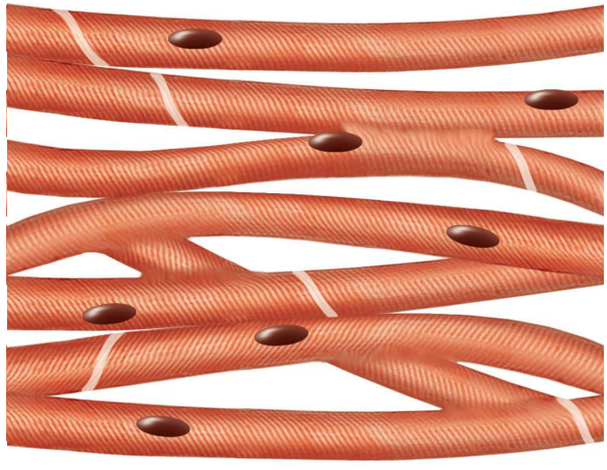
Poikkijuovainen lihaskudos on saanut nimensä siitä, että mikroskooppikuvassa solujen proteiinisäikeet erottuvat rinnakkaisina juovina. Solut ovat pitkiä tahdonalaisia luustolihassoluja, jotka lyhenevät saadessaan supistumiskäskyn keskushermostolta. Lihaskudoksessa on vain vähän soluväliainetta. Poikkijuovaista lihaskudosta kutsutaan myös luustolihaskudokseksi. Luustolihas toimii tahdonalaisesti.

Sileää lihaskudosta on etenkin putkimaisten ja pussimaisten elinten seinämissä (verisuonet, hengitystiet, ruoansulatuskanava, virtsatiet ja sukupuolielimet). Kudos on ei-tahdonalaista, joten ihminen ei voi vaikuttaa sen supistumiseen tietoisesti.

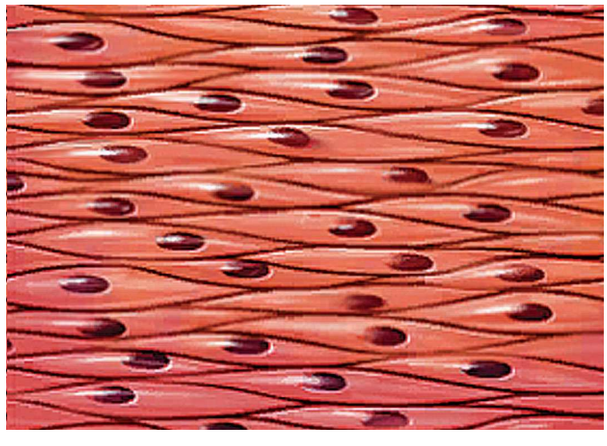
Nimensä mukaisesti sydänlihaskudosta on sydämessä. Myös sydänlihassolut ovat poikkijuovaisia, mutta lyhyitä ja haarautuneita. Sydänlihas on ei-tahdonalaista väsymätöntä kudosta.

a)

b)



c)



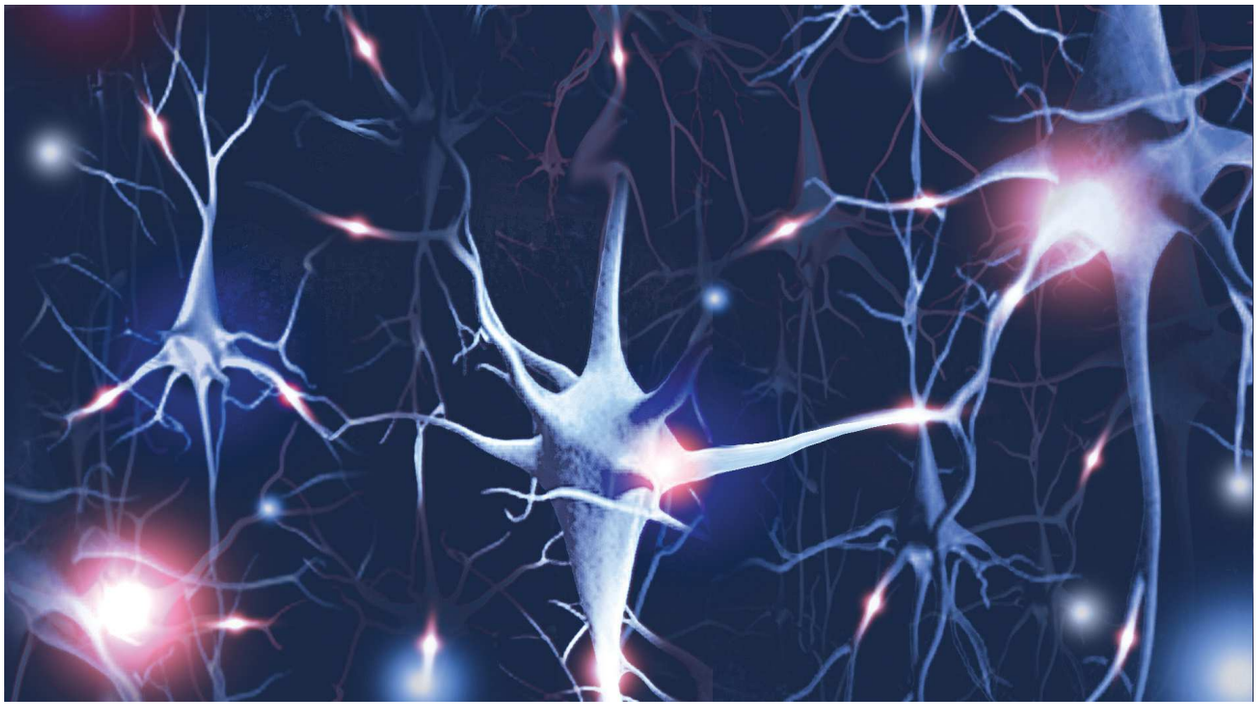
a) **Poikkijuovaisessa lihassolussa** eli lihassyyssä erottuu useita tumia ja proteiinisäikeiden sijoittumisesta johtuvia raitoja. Nämä proteiinisäikeet liukuvat lomittain ja saavat aikaan lihassyyn lyhenemisen.

b) **Sydänlihassoluissa** on yksi tuma.

c) **Sileän lihaskudoksen** solut ovat sukkulamaisia yksitumaisia soluja.

Hermokudos

Hermokudos muodostuu hermosoluista ja hermotukisoluista. Hermokudosta on aivoissa ja selkäytimessä sekä niistä lähtevissä hermoissa. Hermosoluissa on paljon haaroja, joiden välityksellä ne ovat yhteydessä keskenään. Hermokudos ei uusiudu juuri lainkaan, mutta sen solujen väliset yhteydet muuttuvat koko ajan. Hermotukisolut huoltavat hermosoluja ja suojaavat niiden pitkiä viejähaarakkeita.



Aivoissa ja selkäytimessä hermosolut muodostavat verkoston, yhdistyessään muihin hermosoluihin.

Mutaatiot

Mutaatioita tapahtuu eliöiden DNA:ssa jatkuvasti, ja useimmat niistä solu pystyy korjaamaan. Syöpä johtuu mutaatioista. Erilaiset fysikaaliset ja kemialliset tekijät ja jotkut virukset voivat aiheuttaa syöpään johtavia mutaatioita. Näitä syöpää aiheuttavia tekijöitä kutsutaan karsinogeeneiksi. Tunnettuja karsinogeenejä ovat esim. UV-säteily ja tupakan sisältämät haitalliset aineet. Sukusoluissa tapahtuvat mutaatiot voivat aiheuttaa suuriakin muutoksia jälkeläisille, kuten erilaisia kehitysvammoja.

CASE | VASTAUS

Solut ja kudokset

Downin oireyhtymä on kehitysvamma. Sen syynä on soluissa tapahtunut kromosomivaurio. Downin oireyhtymä johtuu lähes aina siitä, että 21. kromosomipariin on liittynyt ylimääräinen kromosomi. Kaikkiaan kromosomeja on normaalisti 46, Down-lapsilla on 47. Solun jakaantumishäiriö tapahtuu jommankumman vanhemman sukusolujen muodostuessa. Down-lapset ovat ulkonäöltään hieman erilaisia kuin muut. Usein heillä on pieni pää ja silmäkulmissa vinot poimut. Kädet ja jalat voivat olla myös pienet. Down-lapset oppivat asioita muita hitaammin, ja heillä on eritasoisia kehitysviiveitä. Down-lapset pitävät kuitenkin aivan samoista asioista kuin muutkin lapset, kuten leikistä, läheisyydestä ja ilosta. He vain ovat erilaisia lapsia.

TEHTÄVÄT

1. Millä tavalla ihmisen solut eroavat yksisoluisista eliöistä?
2. Mihin syömäsi ruoan sisältämä energia lopulta päätyy elimistössäsi? Miksi?
3. Ota selviää, mistä kudoksesta
   a) aivot
   b) kieli
   c) verisuonet

   ovat pääasiassa muodostuneet.

2

Iho

- Iho on ihmisen suurin elin.
- Ihon tehtävänä on suojata muita elimiä.
- Ihossa muodostuu D-vitamiinia.
- Ihon säätelee kehon lämpötilaa hikoilun avulla.
- Karvat ja kynnet ovat ihon apuelimiä.

CASE | Mitä huomioit?

Toimit lähihoitajana kuntoutusosastolla, jossa potilaanasi on 22-vuotias mies. Hän on loukkaantunut vakavasti lasketteluonnettomuudessa ja sen seurauksena saanut neliraajahalvauksen. Mitä asioita sinun pitää huomioida potilaan hoidossa, varsinkin ihon hoidon kannalta?

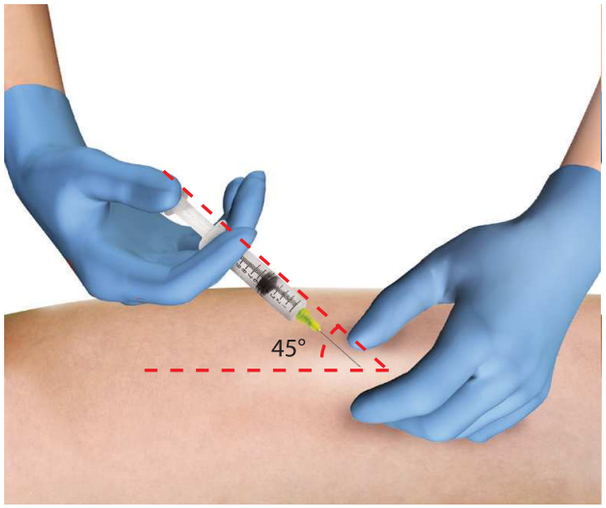
Ihon rakenne

Ihon uloin pintakerros on marraskesi. Marraskesi muodostuu kuolleista sarveistuneista solukoista, ja sitä voit sormella raaputtaa pois. Iho hilseilee ja siitä pöllyää valkeaa solukkoa, josta muodostuu pölyä. Ihon pinnalla elää suuri joukko hyödyllisiä bakteereja, niin sanottu normaalifloora, jotka estävät tautia aiheuttavien bakteerien kasvua.

Orvaskesi eli *epidermis* on ihon varsinainen päällimmäinen kerros. Se muodostuu kerrostuneesta epiteelikudoksesta. Orvaskedessä ei ole verisuonia. Jos ihoon tulee naarmu mutta siitä ei tule verta, naarmu on vain orvaskesikerroksessa. Orvaskeden paksuus vaihtelee kehon eri osissa. Useimmissa paikoissa orvaskesi on hyvin ohut, mutta esimerkiksi jalkapohjissa se on paksumpaa, koska jalkapohjat ovat kovan kulutuksen kohteena.

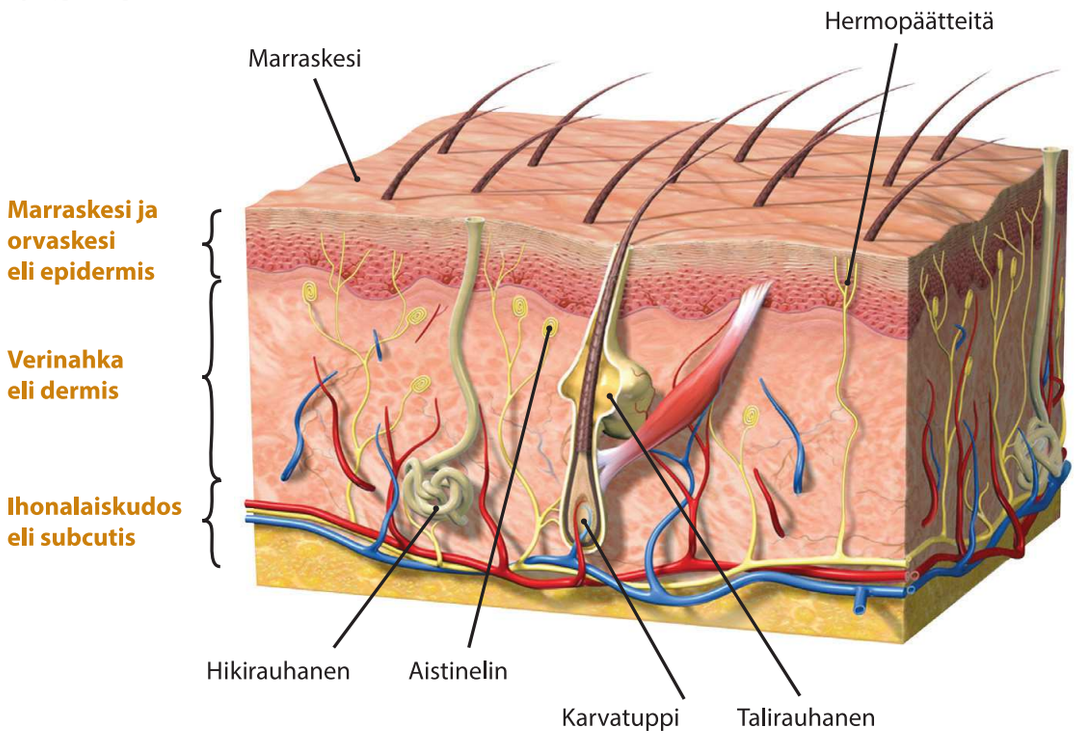
Seuraava ihon kerros on verinahka eli *dermis*, ja se on jo huomattavasti orvaskettä paksumpi. Verinahka koostuu lähinnä sidekudoksesta, mutta siinä on myös hermopäätteitä, veri- ja imusuonia sekä lihasta. Verinahassa sijaitsevat myös ihon apuelimet, joita ovat karvat, kynnet sekä hiki- ja talirauhaset. Jos ihoon tulee haava, joka ulottuu verinahkaan saakka, siitä tulee verta ja se aiheuttaa jo kipua, koska hermot sijaitsevat verinahassa. Verinahka on ihon kannalta erittäin tärkeä, koska sidekudoksen ansiosta iho joustaa, kestää, tukee ja pysyy tiiviinä suojana.

Verinahan alla on ihonalaiskudos eli subcutis. Siinä on rasvakudosta ja löysää sidekudosta. Ihonalaiskudoksen määrä vaihtelee rasvakudoksen määrään mukaan. Paksuuden vaihtelut voivat olla hyvinkin suuria. Rasvakudos toimii kehon lämpöpatterina: se eristää lämpöä ja toimii elimistön varaenergianlähteenä. Ihonalaiskudos on erittäin tärkeä myös lääkehoidon toteuttamisen kannalta.



Ruiskeen eli injektion anto ihonalaiskudokseen eli subcutikseen. Ihonalaiskudokseen annostellaan monia ruiskeita. Tällöin ruiskeessa on maininta, että lääke tai aine annetaan "s.c.", ja ruiske annetaan ihon alle 45 asteen kulmassa.

Ihon rakenne

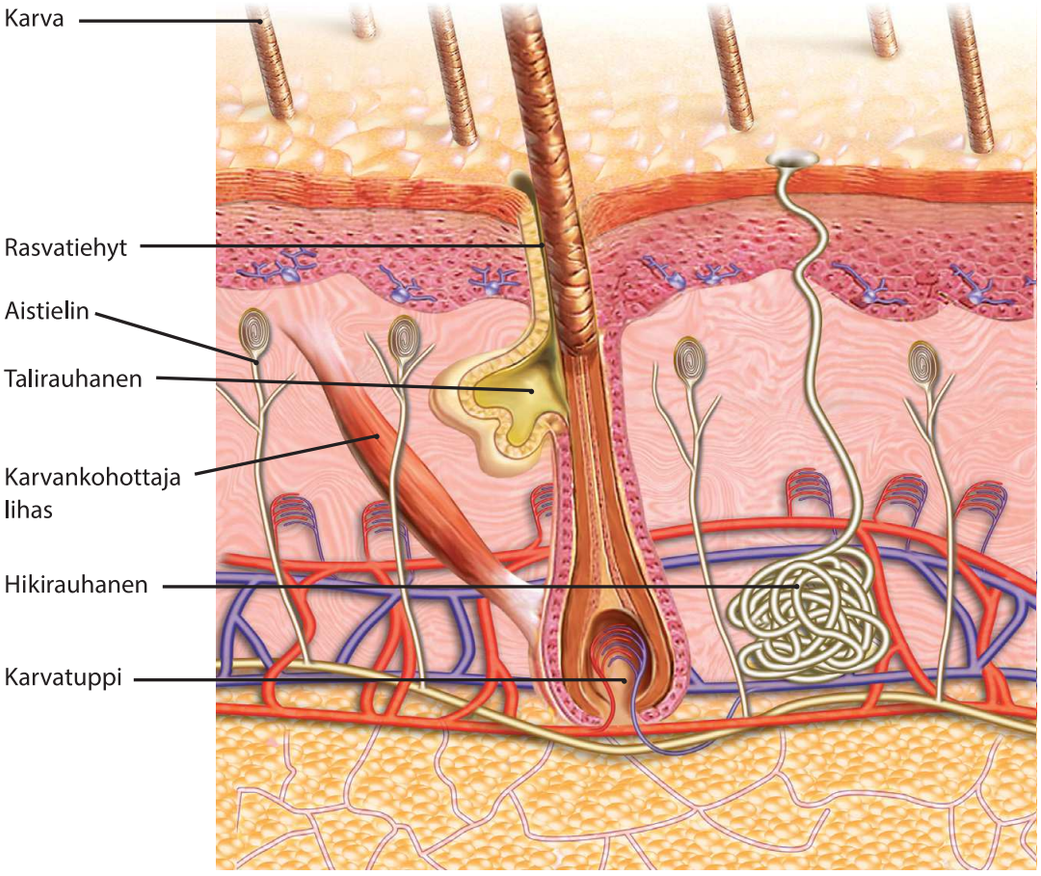


Ihon apuelimet

Hikirauhaset sijaitsevat verinahassa. Hikirauhasia on koko kehon alueella, mutta erityisen paljon niitä on genitaalialueella, kainaloissa, kämmenissä ja jalkapohjissa. Pelkkä hiki ei juuri tuoksu, mutta kun se reagoi ihmisen iholla olevien bakteereiden kanssa, syntyy tyypillinen epämiellyttävä hien haju. Hien hajua ehkäistään huolehtimalla riittävästä puhtaudesta ja tiheästä vaatteiden vaihdosta sekä käyttämällä erilaisia deodorantteja. Hikirauhaset osallistuvat lämpötilan säätelyyn: keho viilentää itseään hikoilemalla. Hikoilua säätelee autonominen hermosto, minkä vuoksi esimerkiksi jännittävässä tilanteessa kämmenet hikoilevat.

Talirauhaset sijaitsevat myös verinahassa, ja ne erittävät öljyistä eritettä ihon pinnalle. Talirauhaset avautuvat karvatupen ympärille tai suoraan ihoon. Talirauhasia sijaitsee eniten kasvoissa sekä rinnan ja selän alueella. Jalkapohjissa ja kämmenissä ei ole lainkaan talirauhasia, joten esimerkiksi finnin syntyminen niiden alueelle on mahdotonta. Talirauhasten tehtävänä on estää bakteerien kasvua iholla, sillä ne erittävät bakteereita estäviä entsyymeitä ja happoja. Talirauhaset tekevät ihosta myös rasvaisen joustavan ja vettä hylkivän suojan. Murros-

Ihon apuelimet



iässä talirauhasten toiminta lisääntyy, koska hormonaalinen toiminta muuttuu. Tällöin finnien määrä ihossa voi lisääntyä.

Ihokarvat kasvavat karvatupesta ylöspäin. Karvat ja hiukset ovat kuollutta sarveistunutta ihokudosta. Hiukset kasvavat 2–5 vuotta, minkä jälkeen ne irtoavat. Aikuisella ihmisellä on koko ajan eri-ikäisiä hiuksia, minkä vuoksi niitä myös putoilee päivittäin. Hiuksia myös kasvaa koko ajan lisää. Hiusten värin määrää niissä olevan väriaineen määrä. Ikääntyessä väriaineen määrä vähenee, jolloin ihminen harmaantuu. Karvatuppeen liittyy myös karvankohottajalihas, joka toimii tahdosta riippumatta. Kylmä ilma ja esimerkiksi pelästyminen nostavat karvat ylös. Usein asiasta käytetään myös kansanomaista nimitystä ”mennä kananlihalle”. Karvat estävät myös lämmönhukkaa.

Kynnet suojaavat sormien päitä. Kynsillä on merkittävä osa tarttumisotteessa. Kynnet kasvavat myös juurestaan. Kokonaan irronneen kynnen tilalle kasvaa uusi kynsi muutaman kuukauden kuluessa.

Ihon aistielimiin kuuluvat tuntoaistinhermot. Tuntoaistimia ovat kosketusaistia, paineaistia, värinäaistia, kylmänaistia ja kipuaistia hermottavat päätteet. Ihon aistinelimet aistivat ihon muodonmuutosta, kuten kosketusta ja painetta, ja ne mukautuvat nopeasti ärsykkeeseen. Tämä tuntuu yleensä iholla miellyttävänä aistimuksena. Kipuärsykkeeseen aistienelimet taas eivät saa sopeutua, koska kipu viestii mahdollisesta vaarasta.

Ihon tehtävät

2

Iho on kerroksellinen, ihmisen suurin elin, joka peittää koko kehoa. Iho suojaa elimistöä ulkoisilta tekijöiltä, kuten iskuilta ja kemiallisilta aineilta. Iho toimii myös puolustuksen osana. Se estää haitallisten mikrobien pääsyn kehon sisäosiin. Lisäksi iholla elävä normaalifloora estää haitallisten bakteerien kasvun iholla.

Keho sisältää suuren määrän vettä pääosin solujen sisällä, plasmassa ja kudosnesteessä. Yksi ihon tehtävistä on osallistua kehon nestetasapainon säätelyyn; se estää liiallista veden haihtumista kehosta, mutta toisaalta iho ei myöskään vety uidessa. Ruskettuminen on suojautumista auringon UV-säteilyltä, ihon sisältämien melaniinipigmenttien avulla. Melaniini muodostaa epidermiksessä ihosoluille auringonvarjon, joka suojaa solujen DNA:ta UV-säteiltä. UV-säteily voi aikaansaada soluihin muutoksia, jotka voivat johtaa pahimmassa tapauksessa ihosyöpään. Toisaalta auringonvalo on erittäin tarpeellista, koska se muuttaa ihossa kolesterolia hyödylliseksi D-vitamiiniksi. D-vitamiinia keho tarvitsee kalsiumin imeytymiseen suolistosta.

Ihon sisältämät pienet hiussuonet säätelevät veren jakautumista ihossa. Lämpimässä verisuonet laajenevat, ja silloin kehon sisältämä liika lämpö pääsee haihtumaan hikoilevan ihon kautta. Kylmässä hiussuonet ovat supistuneita, jolloin lämpöä ei pääse haihtumaan verestä. Ihonalainen rasvakerros toimii eristeenä ja heikentää lämpötilan vaihteluja vakauttaen näin kehon lämpötilaa. Lisäksi ihon rasvakerros toimii vararavintona.

Ihonväri on kehittynyt suojaamaan auringon haitalliselta UV-säteilyltä, mutta silti sallimaan D-vitamiinin muodostuminen auringonvalon vaikutuksesta. Tumma ihonväri on ollut päiväntasaajalla eläneillä alkuperäisväestöillä suotuisa, sillä se on suojannut auringolta. Mitä kauemmas päiväntasaajalta mennään, sitä enemmän auringonsäteilyn määrä vähenee ja alkuperäisväestön ihonväri vaalenee. Ihonvärisi siis kertoo mistä esi-isäsi ovat kotoisin.

Koskettamisella ja kosketetuksi tulemisella on keskeinen merkitys lapsen kehityksessä ja ihmisten välisessä vuorovaikutuksessa. Iholla on tärkeä tehtävä välittää kosketusta, ja siinä on paljon erilaisia aistinreseptoreita erilaisia ärsykkeitä varten. Esimerkiksi värinälle, venytykselle ja pintojen tunnustelulle on kullekin omat, erikoistuneet hermopäätteensä. Lisäksi ovat omat aistinpäätteensä lämpötilaa ja kipua varten, joiden tehtävänä on varoittaa vaaroista. Erikoistuneet hermopäätteet ovat jakautuneet epätasaisesti eri ihon osiin: kämmenen ja sormien iho on kosketamiselle herkempää kuin vaikkapa selän iho.

Sokki

Iho toimii verivarastona, ja tarpeen tullen se voi luovuttaa verta sitä tarvitseville elimille. Tällöin ihon pinta näyttää ”lakanan valkealta”. Tilaa kutsutaan sokiksi. Sokin voivat aiheuttaa esimerkiksi suuri verenvuoto, kova kipu ja laajat palovammat.

CASE | VASTAUS

Potilas, joka ei pysty itse liikkumaan, voi sängyssä maatessa saada pahoja painehaavaumia. Painehaava on paikallinen ihon tai sen alla olevan kudoksen vaurio. Useimmiten painehaavat sijaitsevat ulkoisen luun kohdalla. Muun muassa liikuntakyvyn puute, ihon tunnottomuus ja lihasten surkastuminen altistavat painehaavan synnylle. Painehaavoilla on suuri vaikutus potilaan elämänlaatuun, ja vaikeat haavat voivat laskea potilaan mielialaa ja heikentää hänen kokonaiskuntoutustaan. Tämän vuoksi lähihoitajan tulee tuntea ihon anatomia ja hallita liike- ja asentohoidot. Hänen tulee myös tunnistaa painehaavariskit ja mahdolliset ihomuutokset ja kiinnittää päivittäin huomiota potilaan ihon kuntoon, rasvaukseen, ravinnon riittävään proteiinimäärään ja ihoon kohdistuvaan paineeseen. Potilas, joka makaa vuoteessa liikkumatta, tulee kääntää joka toinen tunti. Painehaavojen ehkäisyssä suositellaan painehaavapatjan käyttöä.

TEHTÄVÄT

1. Tatuointeja on tehty kautta aikojen, ja ne ovat kuuluneet historiassa esimerkiksi tiettyjen heimojen tunnuspiirteisiin. Tatuointi tehdään viemällä tatuointivärit neulalla ihon alle noin millimetrin tai korkeintaan kahden millimetrin syvyyteen. Mihin ihon kerrokseen tatuointi tehdään?
2. Potilaalle pitää antaa insuliinia s.c. Mihin ihon kerrokseen lääkeaine annetaan, ja missä kulmassa neulan tulee olla?
3. Olet uimassa kylpylässä ja huomaat, että sormenpäidesi iho rypistyy. Mistä rypistyminen johtuu?

3

Tuki- ja liikuntaelimet

- Ihmisellä on tukikudoksesta muodostunut luuranko, johon kuuluu noin 206 luuta.
- Luut muodostavat ihmisen sisäisen tukirangan, johon lihakset kiinnittyvät jänteiden avulla.
- Tahdonalainen liikkuminen syntyy, kun luihin kiinnittyneet lihakset supistelevat ja samalla liikuttelevat luita.
- Luut ovat monimuotoisia. Esimerkiksi pääkallossa on litteitä luita, jotka suojaavat aivoja. Litteitä luita ovat myös lantion luut, rintalasta ja kylkiluut. Ihmisen pienimmät luut, kuuloluut, sijaitsevat korvassa.
- Ihmisen kehossa on paljon lihaksia, joiden tehtävänä on supistua ja siten saada aikaan liikkeitä.
- Liike liikuttaa raajaa tai työntää verta verisuoniin tai vaikkapa vie syötyä ruokaa mutkittelevassa ruoansulatuskanavassa eteenpäin.
- Lihaksilla on tärkeä tehtävä asennon säilyttämisessä ja lämmöntuottajina.
- Lihakset jaetaan kolmeen eri tyyppiin: poikkijuovaisiin lihaksiin, sileisiin lihaksiin ja sydänlihakseen.

CASE | Miten toimit?

Toimit vanhainkodissa lähihoitajana. Olet töissä aamuvuorossa. Potilaasi, 85-vuotias Uuno, haluaa nousta vuoteesta ja siirtyä istumaan pyörätuoliin. Uuno pystyy jonkin verran itse ottamaan tukea mutta tarvitse apua siirtoon. Osaatko tehdä siirron niin, ettet rasita häntä liikaa ja huolehdit myös omasta ergonomiastasi? Entä osaatko käyttää kuntouttavaa työotetta apunasi?

Luut ja nivelet

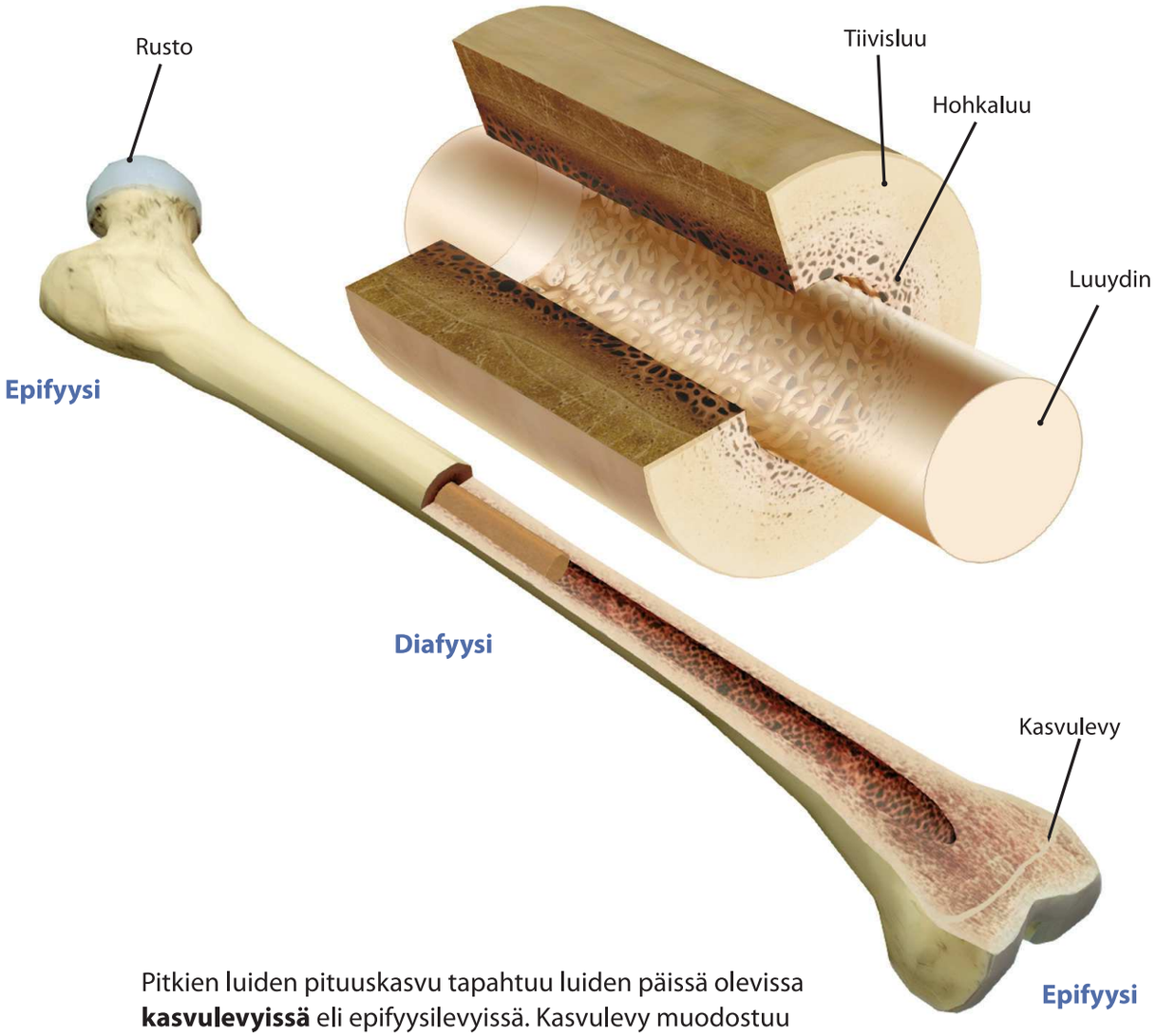
Luun rakenne

Luu muodostuu luusoluista eli osteosyyteistä ja soluväliaineesta, joka on kalsiumfosfaattia. Seassa on myös kollageenisyitä, jotka tekevät luista kestävämpiä. Luukudoksen sisällä on verisuonikanavia. Luukudos uusiutuu jatkuvasti: uutta luuta valmistuu ja samalla vanhaa häviää.

Osteosyytti, osteoblastit ja osteoklastit. Osteosyytiksi sanotaan kypsää luusolua, joka ei enää jakaudu. Uutta luuta muodostavat vilkkaasti jakautuvat luusolut taas ovat osteoblasteja ja vanhaa luuta hajottavat luusolut osteoklasteja.

Luun rakenne

Luun pinnalla on sidekudoksinen **luukalvo**, joka huoltaa alla olevaa luukudosta ja jossa on paljon hermoja ja verisuonia. Luukalvoon kiinnittyy lihasten jänteitä ja nivelten rustopintoja. Luukalvon alla on kerros tiivistä luuta. Erityisen vahvaa se on alaraajojen luissa, koska ne joutuvat kovimpaan rasitukseen. Tiiviin luun alla on kerros pesusienimäistä **hohkaluuta**.
Pitkien luiden keskellä on **luuydinontelo**, joka on aikuisella rasvan täyttämä. Pienillä lapsilla luuydin on punaista ja siellä muodostuu verisoluja. Aikuisen luissa punaista luuydintä on jäljellä vielä luiden paksuimmissa kohdissa ja litteissä luissa, joissa muodostuu verisoluja.



Pitkien luiden pituuskasvu tapahtuu luiden päissä olevissa **kasvulevyissä** eli epifyysilevyissä. Kasvulevy muodostuu uutta luuta valmistavista rustosoluista jotka lisäksi tuottavat **tiivistä luuta**. Normaaliin pituuskasvuun tarvitaan monia hormoneja, ja pituuskasvu loppuu murrosiän loppupuolella noin 18 vuoden iässä. Pitkien luiden päitä kutsutaan **epifyyseiksi** ja varsiosaa **diafyysiksi**.

Lapsella ja nuorella luun muodostuminen on nopeampaa kuin luun hajoaminen, ja keski-ikäisellä uutta luuta muodostuu suunnilleen saman verran kuin vanhaa hajoaa. Vanhoilla ihmisillä uutta luuta muodostuu vähemmän kuin vanhaa hajoaa. Kun luu haurastuu huomattavasti ja murtuu herkästi, kyseessä on luukato eli osteoporoosi. Osteoporoosi on yleisempi naisilla kuin miehillä, ja siihen vaikuttavat ikääntymisen lisäksi muun muassa vähäinen liikunta ja tupakointi sekä naisilla vaihdevuosista johtuva hormonierityksen väheneminen.

Nivelet

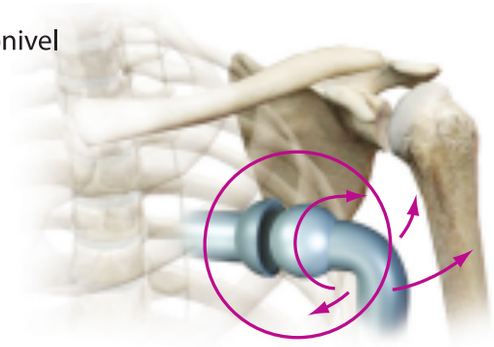
Nivelet liittävät luut toisiinsa. Kaikki nivelet eivät ole liikkuvia, esimerkiksi lantion luut ovat kasvaneet yhteen. Pääkallon luut ovat vastasyntyneellä vielä avoimia, mutta aikuisen pääkallon luut ovat kiinni toisissaan sideliitosten eli sutuuroiden välityksellä. Rustoliitoksessa luiden välissä on rustoa, kuten häpyluiden välinen häpyliitos, joka voi liikkua vain vähän. Erityisesti raskaana olevien naisten häpyliitokset kuitenkin löystyvät, ja ne liikkuvat raskauden edetessä.

Varsinainen nivel eli synoviaalinivel muodostuu siten, että toisessa luussa on nivelnasta ja toisessa nivelkuoppa, jotka sopivat yhteen kuin Lego-palikat toisiinsa. Nivelpinta on luun päässä oleva alue, jota peittää nivelrusto. Nivelrusto on pehmeää kudosta, joka suojaa luun päätä. Lisäksi joissain nivelissä on vielä rustoinen nivellevy, joka lisää luiden yhteensopivuutta. Nivelrustossa ei ole verisuonia, ja se uusiutuu ja paranee huonosti. Niveltä ympäröi nivelpussi, jonka sisällä on nivelnestettä voitelemassa nivelpintoja. Niveltä vahvistavat vielä nivelsiteet eli ligamentit, jotka yhdistävät luita toisiinsa.

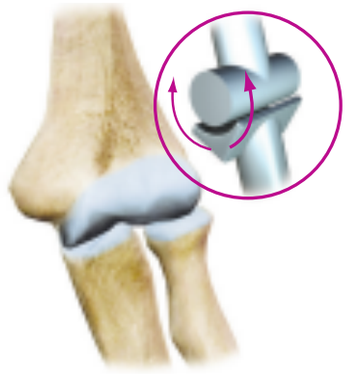
Nivelen vieressä voi olla limapussi eli bursa, jonka tehtävänä on erittää kitkaa estävää nestettä niveleen. Limapussit voivat tulehtua ja kipeytyä esimerkiksi toistuvasta samankaltaisesta rasittavasta liikkeestä (bursiitti). Sormien nivelissä on jännetupet, jotka tukevat sorminiveliä ja jotka myös voivat tulehtua rasituksesta. Olkanivel ja lonkkanivel ovat kehon liikkuvimpia niveliä. Omien nivelten liikkuvuutta voi kokeilla esimerkiksi pyörittämällä kättään helikopterin roottorin lailla. Nivelten liikkuvuudessa on siis suuria eroja, ja puhutaan nivelten liikkumisakseleista. Kyynärniveltä voi koukistaa, ojentaa ja kiertää, ja sillä on kaksi liikeakselia. Sorminivelet taas liikkuvat vain koukistus-ojennussuunnassa, ja niillä on vain yksi liikeakseli.

Niveltyypit

Pallonivel

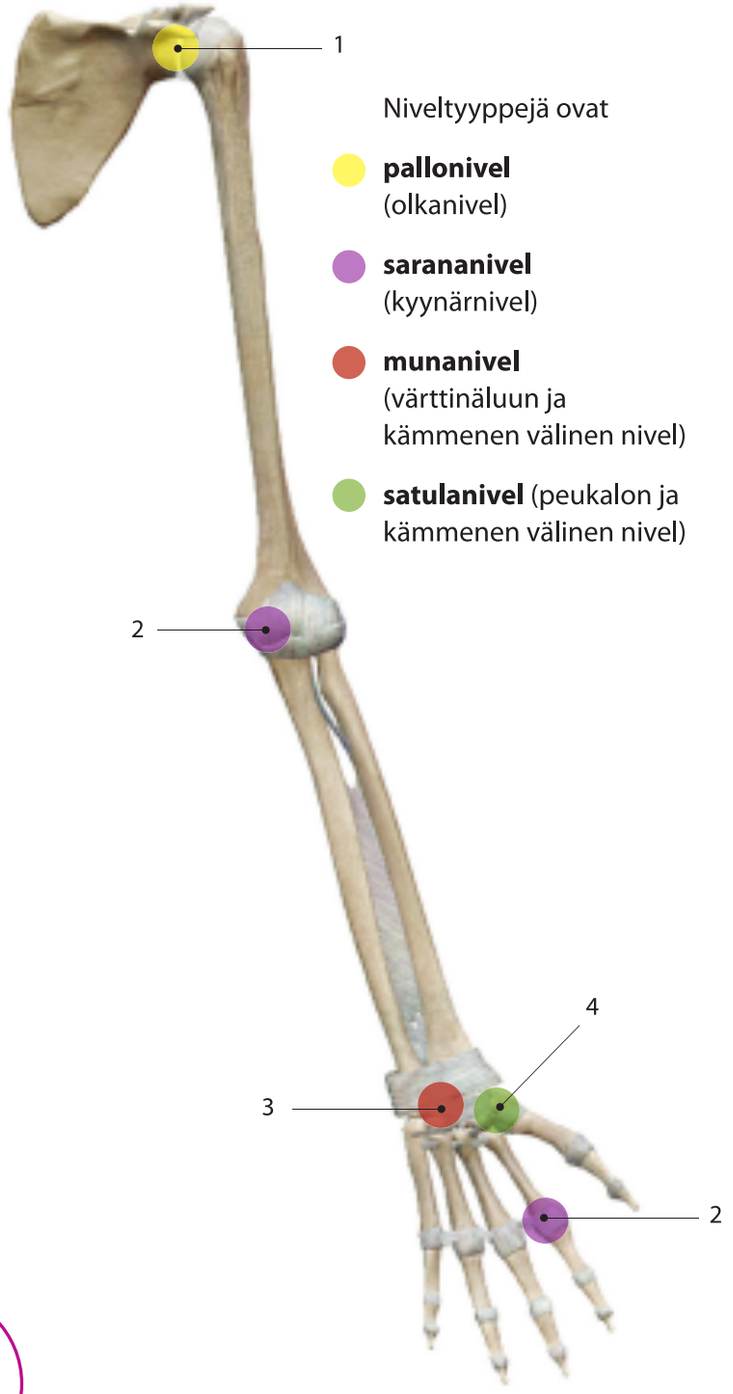


Sarananivel



Munanivel

Satulanivel



Niveltyyppejä ovat

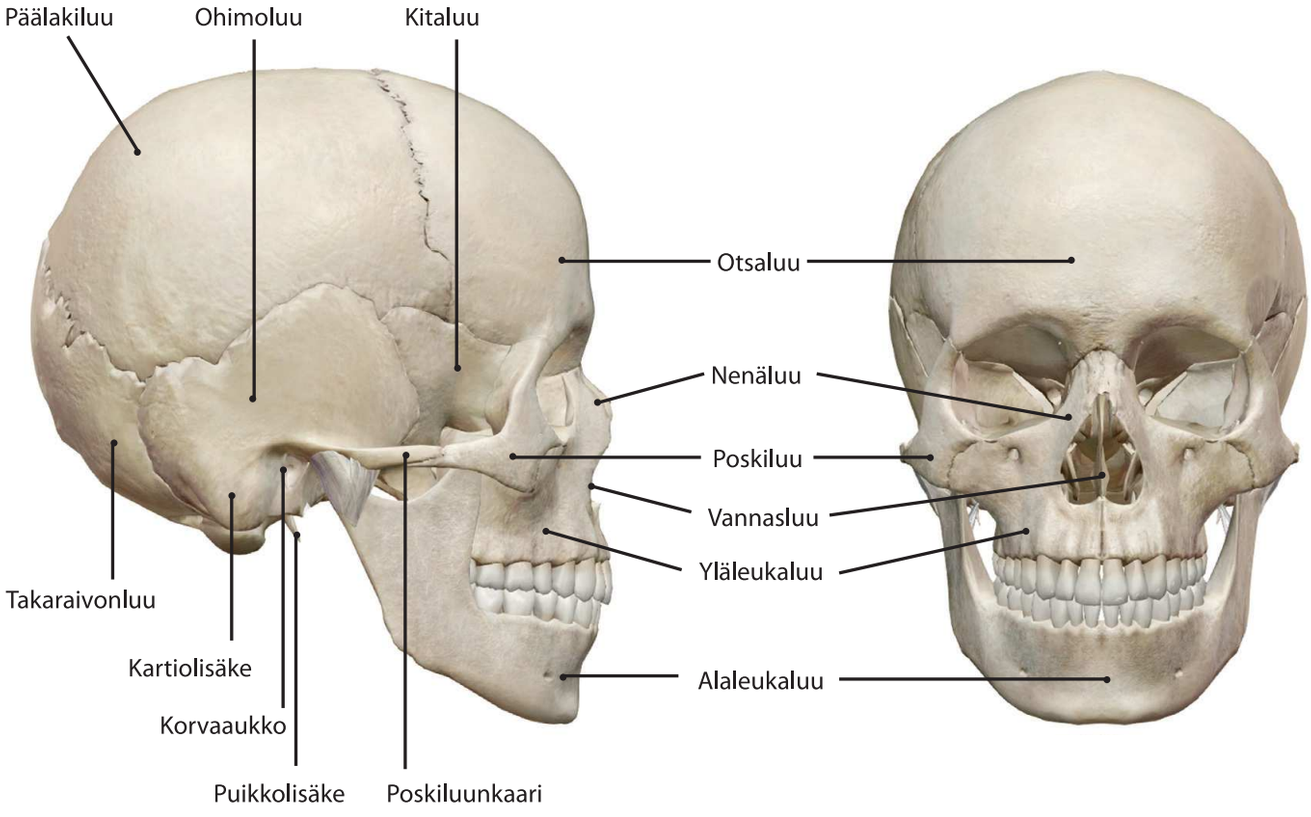
- **pallonivel** (olkanivel)
- **sarananivel** (kyynärnivel)
- **munanivel** (värttinäluun ja kämmenen välinen nivel)
- **satulanivel** (peukalon ja kämmenen välinen nivel)

Pääkallo

Pääkallo (cranium) koostuu 29 luusta, joiden tehtävänä suojata aivoja ja pään hermostoa. Pääkallon luut ryhmitellään aivokopan ja kasvojen luihin.

Pääkallo niveltyy selkärankaan takaraivon luiden nivelnastojen välityksellä. Nivelnastat niveltyvät ensimmäiseen selkärangan nikamaan, kannattajanikamaan eli atlakseen. Takaraivon luussa on isohko niska-aukko, jossa selkäydin yhdistyy aivoihin. Kieliluu (os hyoideum) luetaan kasvojen luihin, vaikka se sijaitsee kurkunpään kohdalla. Kieliluuhun kiinnittyy useita suun lihaksia. Muita kallosta irrallaan olevia luita ovat kuuloluut (ossicula auditoria) korvassa.

Pääkallon luut

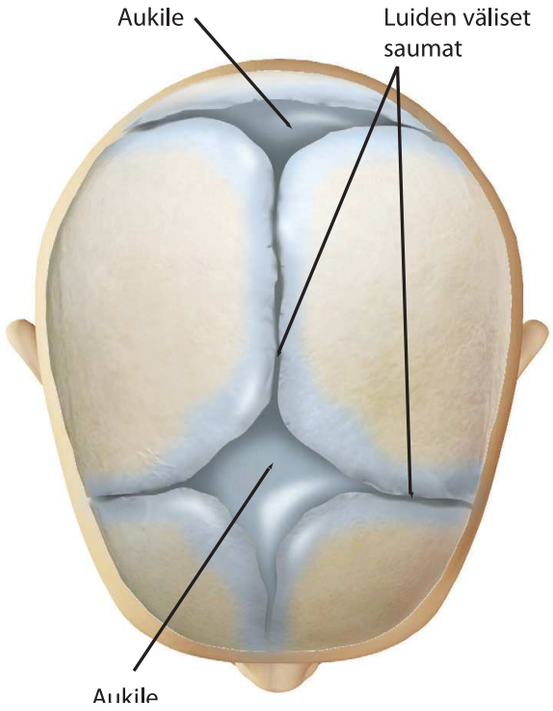


Kasvojen luita ovat **nenäluut** (os nasale), nenän **alakuorikko** (concha nasalis), **vannasluut** (vomer), **suulakiluut** (os palatinum), **poskiluut** (os zygomaticum), **yläleukaluu** (maxilla), **kyynelluut** (os lacrimale), **alaleukaluu** (mandibula) ja **kieliluu** (os hyoideum).

Aivokopan luita ovat **otsaluu** (os frontale), **päälakiluut** (os parietale), **takaraivon luu** (os occipitale), **kitaluu** (os sphenoidale), **ohimoluu** (os temporale) ja **seulaluu** (os ethmoidale).

Leukanivel yhdistää **ylä- ja alaleukaluut** toisiinsa.

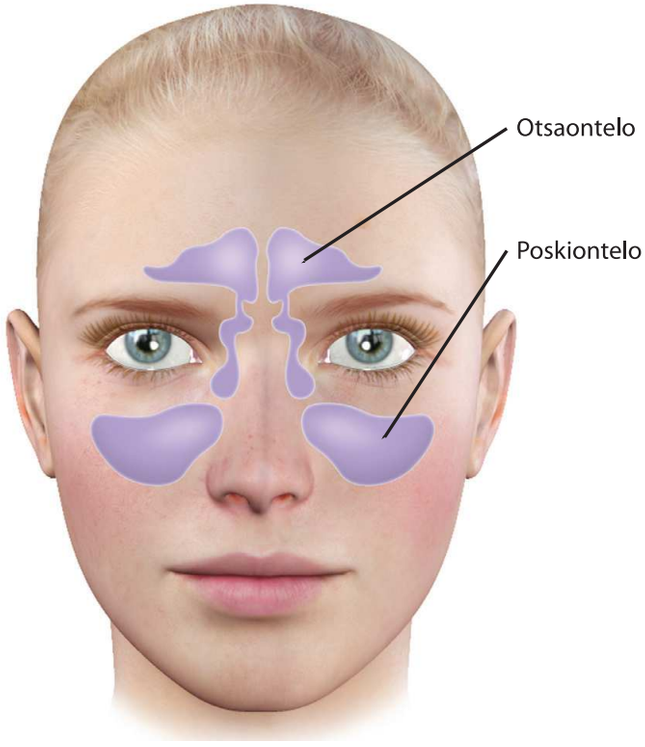
Vastasyntyneen kallo



Sikiöllä luut ovat aluksi rustoa, ja vastasyntyneellä luutuminen on vielä kesken. Vastasyntyneellä on päälaella **aukileita**, joissa luut ovat vielä irrallaan toisistaan. Pääkallon aukileet sulkeutuvat noin 2 vuoden iässä. Usein sikiön pää joustaa ja muovautuu synnytyskanavassa, mutta se palautuu muutaman päivän sisällä syntymän jälkeen. Lisäksi lapsen aivot kasvavat vielä, minkä vuoksi pään **luiden väliset saumat** ovat syntyessä avoimet.

Lapsen kehon mittasuhteet ovat erilaiset kuin aikuisen, ja lapsen pää on muuhun kehoon nähden hyvin iso.

Pääkallon ontelot



Pääkallon luiden sisällä on onteloita, joista tunnetuimpia ovat yläleukaluun nenäontelon sivuontelot eli **poskiontelot** (sinus maxillaris). Poskionteloiden sisäpintaa verhoaa limakalvo, joka voi tulehtua esimerkiksi flunssakierteen myötä. Poskionteloiden lisäksi otsaluussa on nenän sivuonteloihin kuuluvat **otsaontelot** (sinus frontalis), ja kitaluussa on **kitaluunontelot** (sinus sphenoidalis).

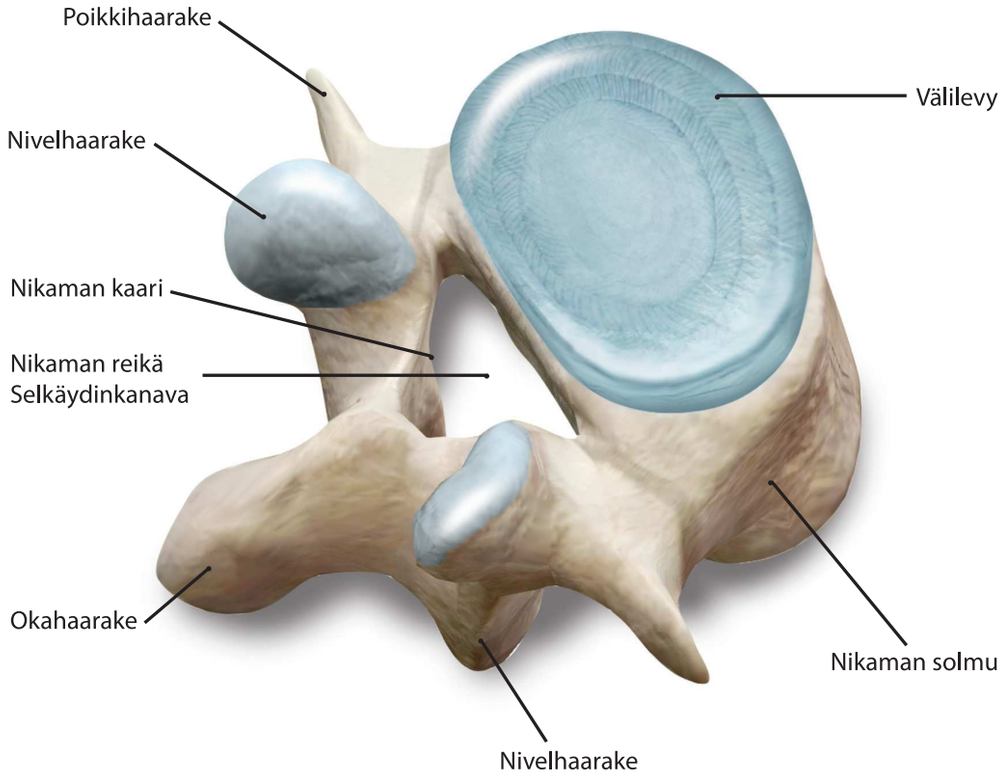
Selkäranka

Selkäranka (columna vertebralis) on koko kehon tärkein tukiranka, ja sen tehtävänä on myös suojata selkäydintä. Selkäranka koostuu 32–34 nikamasta. Nikamat liittyvät toisiinsa nivelin, ja niiden välissä ovat rustoreunaiset välilevyt.

Päivän aikana kun ihminen on pystyasennossa, välilevyt painuvat hieman kasaan, ja yön aikana ne jälleen palautuvat. Ihminen on siis aamulla vähän pidempi kuin illalla! Ikääntyneillä välilevyt ovat pysyvästi painuneempina, minkä vuoksi ihminen on vanhana lyhyempi kuin nuorena.

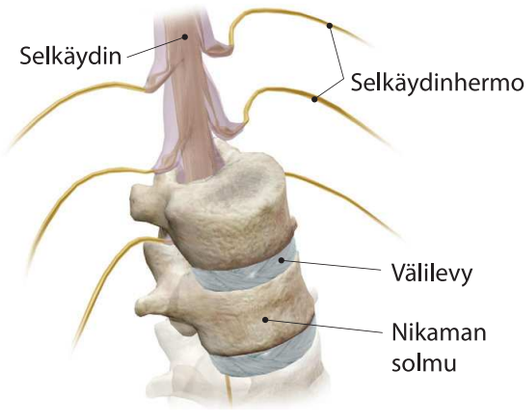
Selkärangassa ei ole sivusuunnassa mutkia, mutta toisinaan selkäranka kasvaa vinoon ja aiheuttaa kivuliaan skolioosin.

Nikaman rakenne

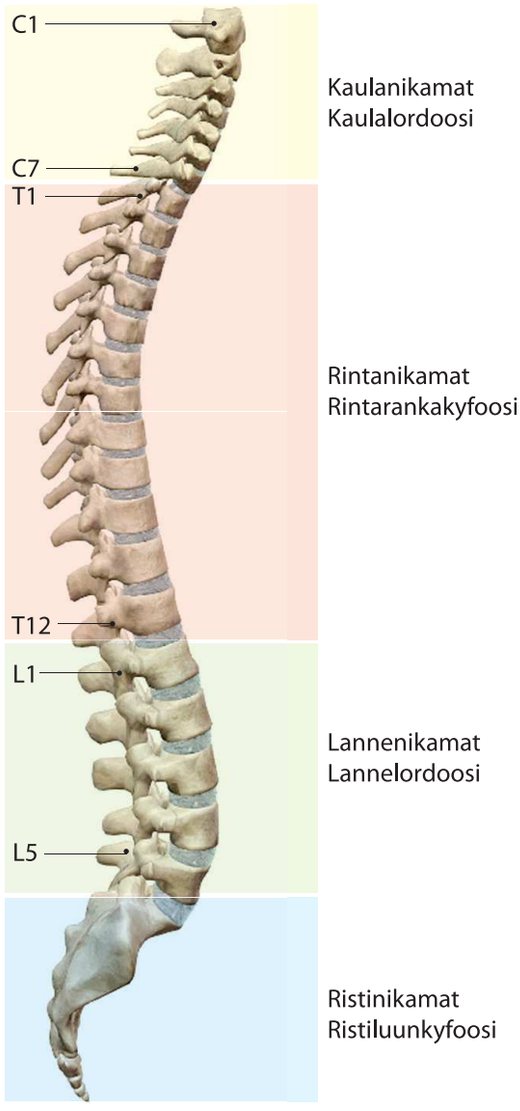


Nikamat ovat eri osissa selkärankaa erikokoisia, mutta niiden perusrakenne on sama. Nikaman runko on nimeltään **solmu**. Lisäksi nikamassa erotetaan **nikamakaari** ja seitsemän eri haaraketta: taaksepäin osoittava **okahaarake**, kaksi sivulle suuntautuvaa **poikkihaaraketta** ja kaksi ylöspäin ja kaksi alaspäin suuntautuvaa **nivelhaaraketta**. Okahaarakkeet voi tuntea selkärangassa pyöreänä kohoumajonona.

Välilevy ja selkärangan mutkat



Nikamien nivelhaarakkeet niveltyvät viereisiin nikamien nivelhaarakkeisiin. Näitä nikamien välisiä niveliä kutsutaan fasettiniveliksi. **Nikaman solmu** kannattelee kehon painoa, ja solmujen välissä ovat **välilevyt** (*discus intervertebralis*). Välilevyt sisältävät geelimäistä rustoa, jonka tehtävänä pehmentää ja vaimentaa liikkeistä syntyviä töytäisyjä. Nikaman keskellä on nikaman aukko. Päällekkäin sijaitsevissa nikamissa aukot muodostavat **selkäydinkanavan**. Kunkin nikaman sivulla olevista rei'istä **selkäydinhermot** tulevat ulos. Selkärangassa on sivusuunnassa kaksi mutkaa eteenpäin – **kaula- ja lannerangan lordoosit** – ja kaksi mutkaa taaksepäin – **rintarangan ja ristiluun kyfoosit**.



Nikamien jaottelu

Nikamat jaotellaan kaulanikamiin, rintanikamiin, lannenikamiin, ristinikamiin ja häntänikamiin.

Ylinnä sijaitsevat kaulanikamat C1–7. Ylin kaulanikama niveltyy pääkalloon, takaraivonluuhun, ja on nimeltään kannattajanikama, atlas. Kannattajanikaman alla taas on kiertonikama, axis. Pään nyökyttely ja kääntely on mahdollista atlaksen ja axiksen nivelten ansiosta. Kaulanikamat ovat pienempiä kuin rinta- ja lannerangan nikamat.

Seuraavina ovat rintarangan nikamat T1–12. Rintaranka muodostaa suurimman osan selkärangasta, ja se on liikkuvuudeltaan jäykempi kuin kaula- ja lanneranka. Kylkiluut kiinnittyvät rintanikamiin ja edessä rintalastaan, ja ne muodostavat yhdessä rintakehän. Tämä luinen kehikko suojaa muun muassa keuhkoja ja sydäntä. Lannerangan nikamat L1–5, ovat jyhkeän kokoisia nikamia, jotka kannattelevat yläkehoa pystyasennossa.

Välilevyn pullistumat ovat yleisimpiä lannerangan alueella. Pullistumakohdassa välilevy luiskahtaa osin pois nikamien solmujen välistä ja painaa hermoja. Pullistuma aiheutuu usein äkillisestä nostoliikkeestä ja aiheuttaa kivuliaan iskiassäryn.

Ristinikamat S1–5 ovat irrallisia pienellä lapsella, mutta ne kasvavat yhteen aikuisikään saavuttaessa ja muodostavat yhtenäisen ristiluun. Lonkkaluut taas niveltyvät ristiluuhun ja muodostavat suoliristiluunivelen (SI-nivel). Hännänhuippuna ovat häntänikamat, joita ihmisellä on 3–5 ja jotka ovat aikuisella kasvaneet yhteen häntäluuksi.

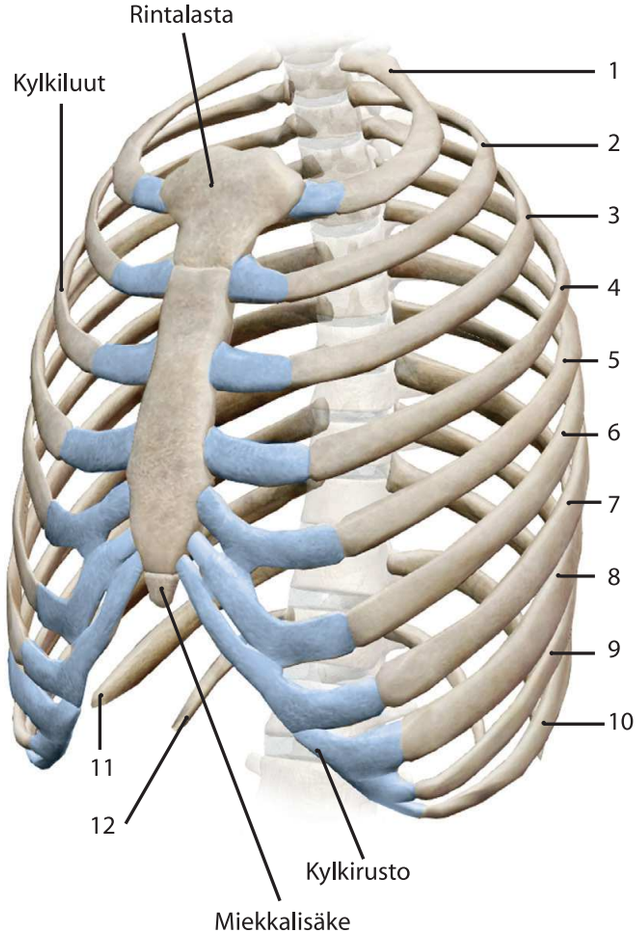
Jos ihminen tipahtaa lattialle takapuolelleen, hänen häntäluunsa saattaa murtua. Kovalla tuolilla istuminen ei ole mukavaa häntäluun murtuman jälkeen, mutta murtuma paranee hiljalleen.

Rintakehä ja hartia

Rintakehä on luinen kori, joka suojaa keuhkoja ja sydäntä. Korin muodostavat kylkiluut ja rintalasta ja selässä rintanikamat. Rintalasta on levymäinen luu, jossa erotetaan kolme osaa: kahva, runko ja miekkalisäke (prosessus xiphoideus).

Rintalastasta voidaan ottaa luuydinnäyte eli sternaalipunktio, koska rintalastassa on aikuisellakin punaista luuydintä.

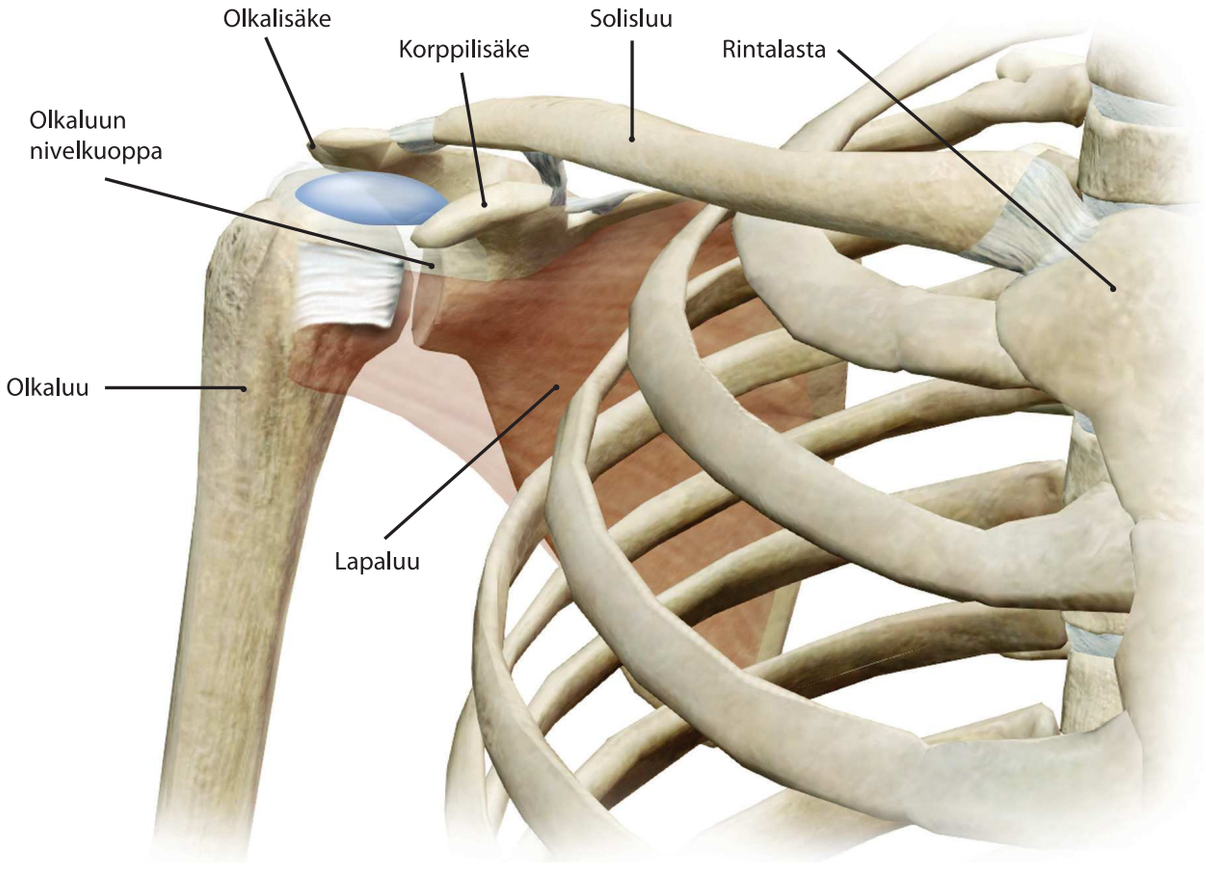
Rintakehän luut



Kylkiluita (*ossa costae*) on 12 paria, joista kaksi tai kolme alinta ovat niin sanottuja kelluvia kylkiluita. Nimitys johtuu siitä, että ne eivät kiinnity edessä **rintalastaan** (*sternum*). Ylimmät kylkiluut taas kiinnittyvät rintalastaan **kylkiruston** välityksellä. Takana ne kiinnittyvät rintanikamien (*vertebrae sacrales*) väleihin. Kylkirusto joustaa hengitysliikkeiden mukana.

Hartia

Lapaluun, solisluun ja rintalastan liittyminen toisiinsa



Hartian luita ovat **lapaluu** (*scapula*) ja **solisluu** (*clavicula*).

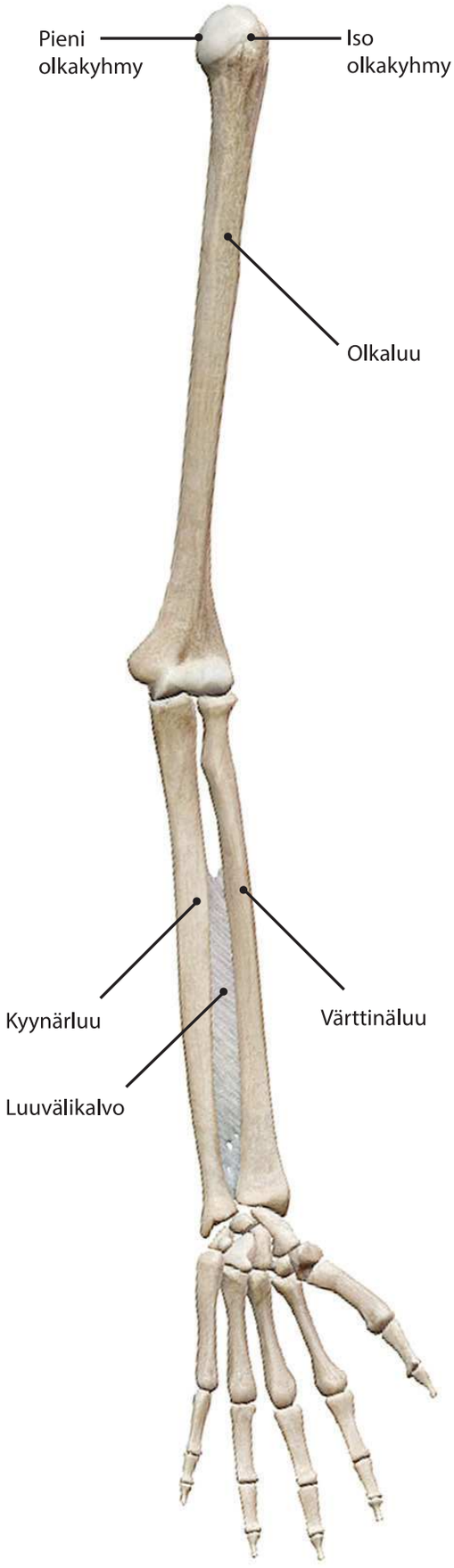
Lapaluun olkalisäke (*processus acromion*) niveltyy nivellevyn välityksellä **solisluuhun**. Suurin osa litteästä lapaluusta sijaitsee yläselässä, ja sen keskellä kulkee lapaluunharju (*spina scapulae*). Lapaluussa on lisäksi **korppilisäke** (*processus coracoideus*), ja siihen sekä koko lapaluuhun kiinnittyy useita yläselän ja olkapään lihaksia. **Lapaluussa** on **olkaluun nivelkuoppa**, johon pallomainen olkaluun pää niveltyy. Lapaluu ja olkavarsi ovat hyvin liikkuvia rakenteita.

Solisluu taas on kaulassa erottuva luu, joka yhdistää yläraajan vartalon luihin. Solisluu kiinnittyy edessä rintalastaan (*sternum*) ja sivuilla lapaluun olkalisäkkeeseen, ja se estää olkapäitä taittumasta eteenpäin.

Solisluu on verraten ohut, joten se murtuu helposti etenkin lapsilla erilaisissa kiipeilyonnettomuuksissa. Solisluun alla kulkee verisuonia ja hermoja yläraajoihin.

Yläraaja

Yläraajan luita ovat olkaluu, kyynärluu, värttinäluu, ranteen luut sekä kämmenen ja sormien luut.



Olkaluu, kyynärluu ja värttinäluu

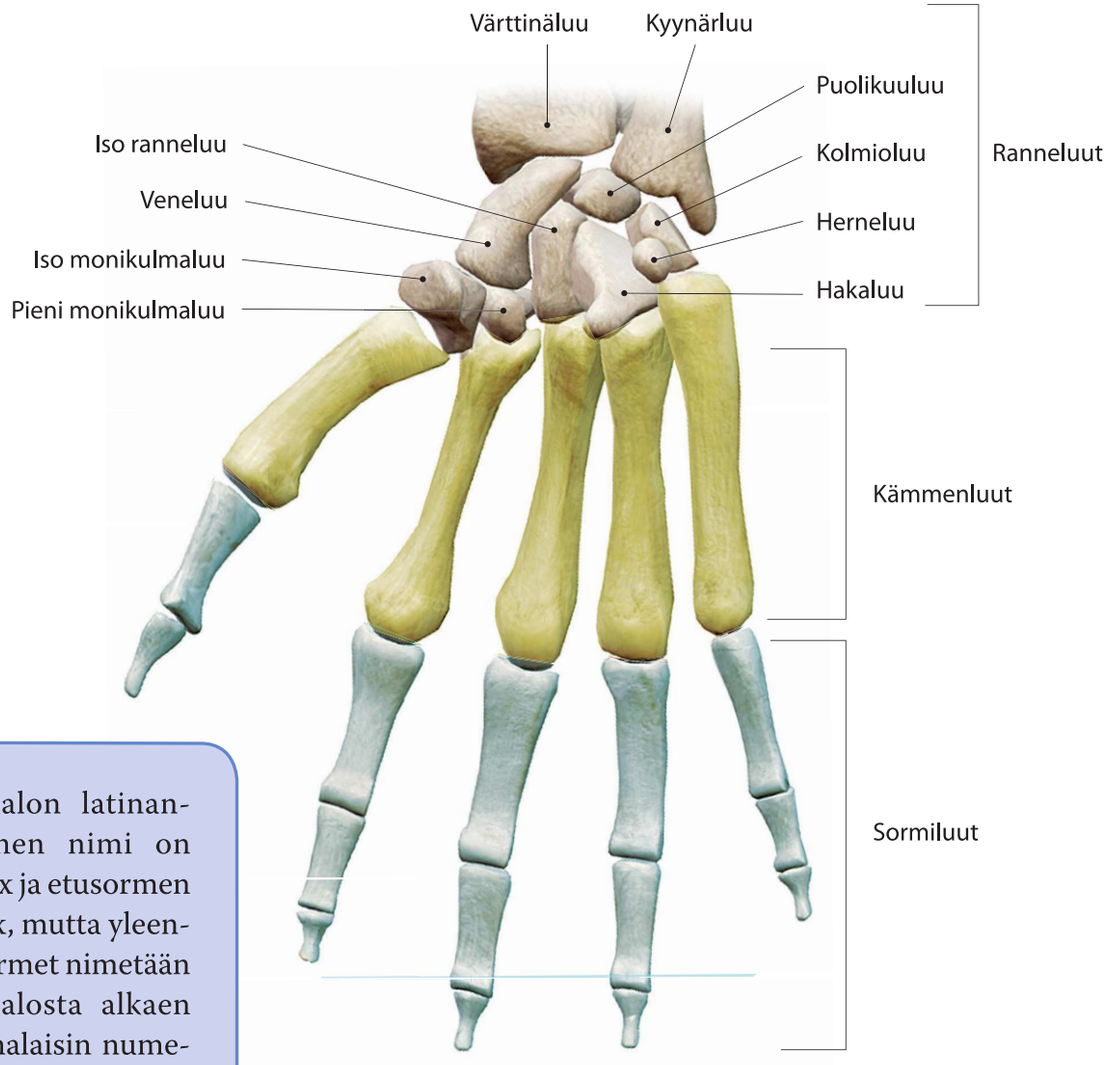
Olkaluun yläpään paksuuntumat ovat **iso olkakyhmy** ja **pieni olkakyhmy**. Luissa on kyhmyjä erityisesti lihasten kiinnittymistä varten. **Olkaluu** (*humerus*) niveltyy lapaluun nivelkuoppaan, ja olkanivel (*articulatio humeri*) on elimistön liikkuvin nivel.

Olkaluun alaosassa on kaksi nivelpintaa, joista toinen kiinnittyy kyynärluuhun ja toinen värttinäluuhun.

Kyynärvarressa on kaksi luuta: **kyynärluu** (*ulna*) ja **värttinäluu** (*radius*). Niiden välissä on tiukka **luuvälikalvo**, joka sitoo luut yhteen. Kyynärluu on pikkusormen puolella ja värttinäluu peukalon puolella. Kyynärluu on ylempää paksumpi kuin värttinäluu, ja kyynärluun kyynärlisäke muodostaa kyynärpään. Värttinäluulla se on puolestaan paksumpi kuin kyynärluulla. Kyynärluu ja värttinäluu niveltyvät toisiinsa molemmissa päissä, mikä mahdollistaa kiertoliikkeen (pronaatio ja supinaatio), jolloin värttinäluu pyörii kyynärluun ympärillä 180 astetta pituusakselinsa ympäri. Värttinäluun alapäässä on nivelpinta ranneluihin.

Olkaluu saattaa joskus luksoitua eli mennä sijoiltaan ja ”pudota” pois nivelkuopastaan. Olkaniveltä tosin tukevat useat nivelsiteet ja lihakset.

Ranteen ja käden luut



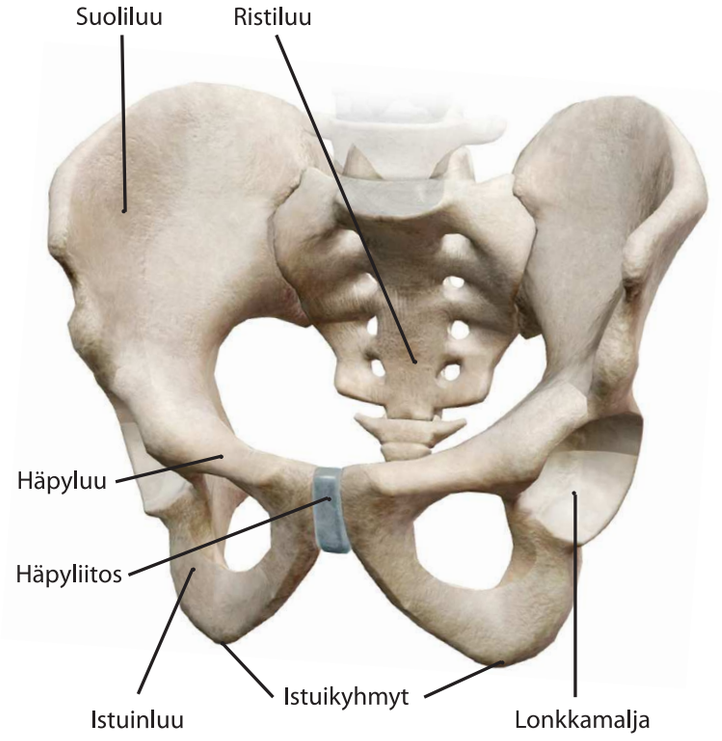
Peukalon latinankielinen nimi on pollex ja etusormen index, mutta yleensä sormet nimetään peukalosta alkaen roomalaisin numeroin I–V.

Ranneluita on yhteensä kahdeksan, ja ne ovat kahdessa rivissä. Ylemmässä rivissä ovat **veneluu** (*os scaphoideum*) **puolikuuluu** (*os lunatum*), **kolmioluu** (*os triquetrum*) ja **herneluu** (*os pisiforme*). Ylempi rannenivel on **värttinäluun** (*os radius*) ja ylempien ranneluiden välissä, lukuun ottamatta herneluuta, joka on irrallaan muista. Toisessa rivissä ovat **iso monikulmaluu** (*os trapezium*), **pieni monikulmaluu** (*os trapezoideum*), **iso ranneluu** (*os capitatum*) ja **hakaluu** (*os hamatum*). Alempi rannenivel on ylemmän ja alemman ranneluurivin välissä. Kämmenen puolella ranneluista muodostuu kouru joka muodostaa yhdessä sidekudoksen kanssa rannekanavan (*canalis carpi*). Sen kautta kulkee muun muassa useita hermoja ja verisuonia kyynärvarresta kämmeneen.

Ranneluihin niveltyy viisi **kämmenluuta** (*ossa metacarpalia*), joihin puolestaan niveltyvät **sormien luut** (*ossa digitorum manus*). Sormien luita on yhteensä neljätoista, peukalossa kaksi ja muissa sormissa kolme. Sormien luut ovat tyviluu, keskiluu (puuttuu peukalosta) ja kärkiluu. Sormien nivelet taipuvat vain yhteen suuntaan (koukistus-ojennus), ja niitä tukevat vahvat nivelsiteet.

Lantion luut

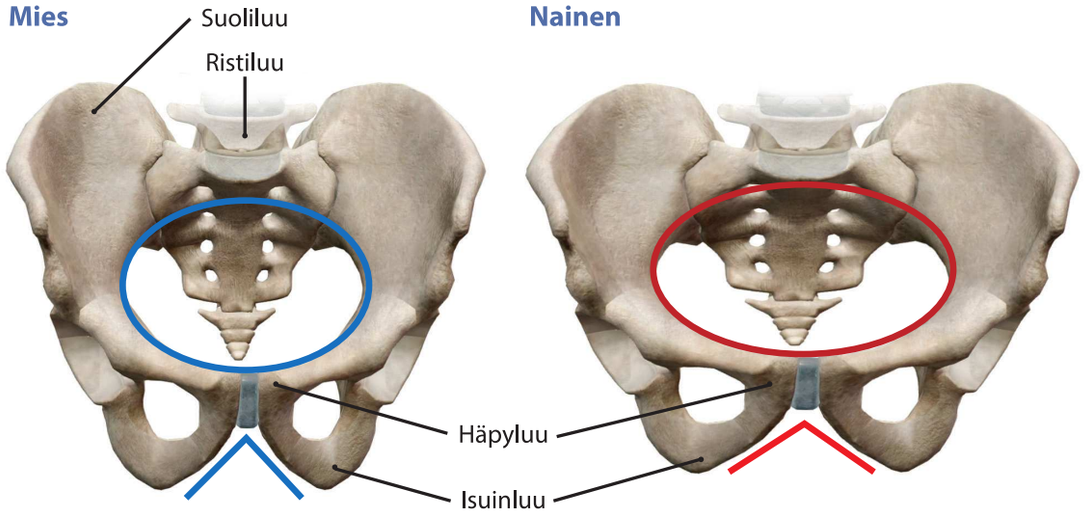
Lantion luut



Lantion luihin kuuluvat lonkkaluut (*os coxae*) ja **ristiluu** (*os sacrum*). Lonkkaluu koostuu molemmin puolin kolmesta toisiinsa yhteen kasvaneesta luusta, **suoliluusta** (*os ilium*), **istuinluusta** (*os ischii*) ja **häpyluusta** (*os pubis*). Suoliluun sivulla on nivelkuoppa, **lonkkamalja** (acetabulum), johon reisiluun pää niveltyy. Suoliluun isojen siivekkeiden välissä on isolantioksi kutsuttu alue, ja istuinluun, häpyluun ja ristiluun välissä on pikkulantioksi kutsuttu alue. Suoliluun ja ristiluun välissä on vähäliikkeinen nivel, SI-nivel (sakroiliakaalinen nivel). Alaselän ongelmat tai jalkojen pituuserot voivat johtua SI-nivelen virheasennosta.

Istuinluut ovat luiset kaaret lantion takapuolella, jonka päällä istutaan. Istuinluissa on **istuinkyhmyt** (*tuber ishiadicum*), joihin kiinnittyy useita lihaksia. **Häpyluut** sijaitsevat lantion etupuolella, ja niiden välissä on **häpyliitos** (*symphysis pubica*), joka raskaina olevilla naisilla löystyy ja siten avaa ja suurentaa synnytyskanavaa.

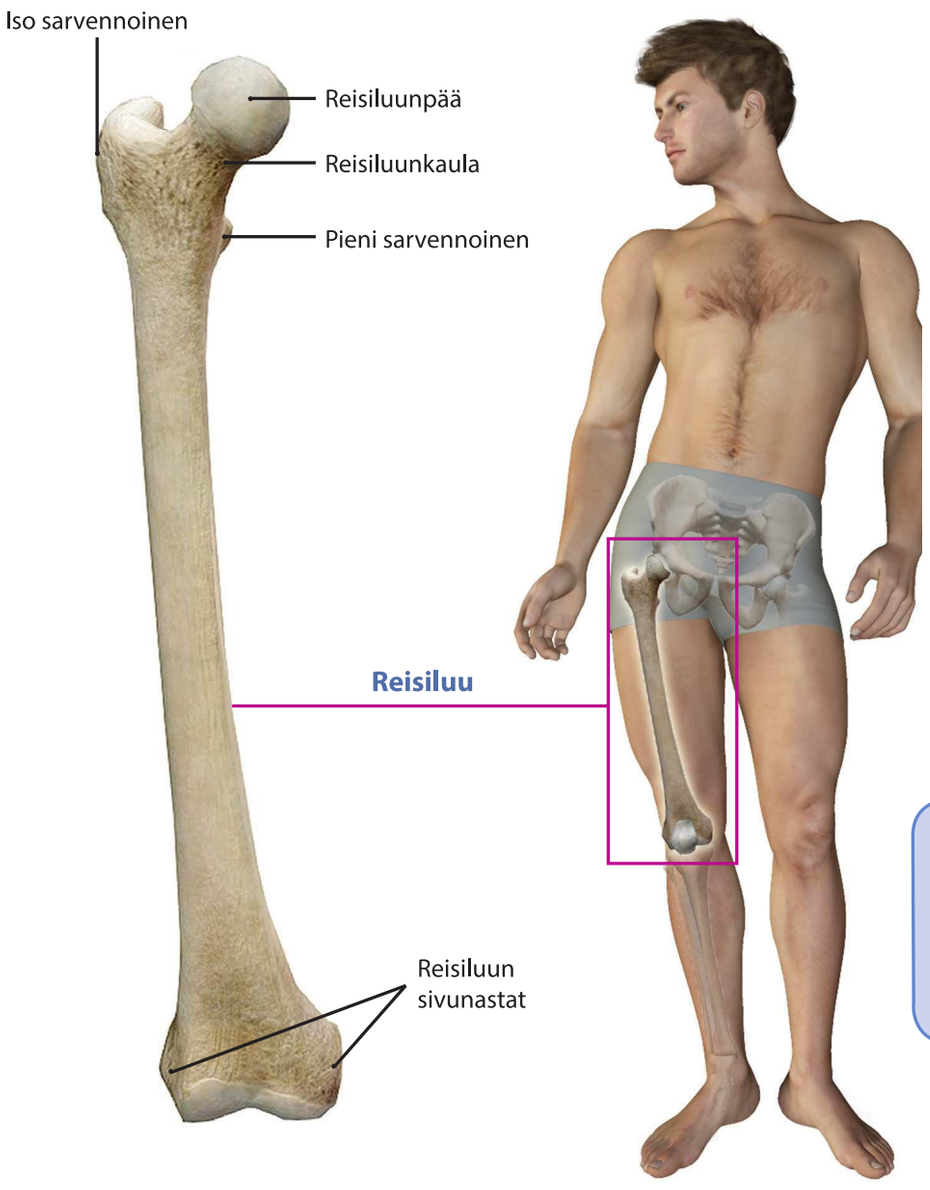
Naisen ja miehen lantiot



Naisen ja miehen luuston suurin ero on lantion rakenteessa. Naisen lantio on leveämpi ja matalampi kuin miehellä, koska naisen lantio muovautuu murrosiässä raskautta ja synnytystä varten. Miesten taas luut ovat kookkaampia kuin naisen, mutta muutoin rakenteet ovat samanlaiset.

Alaraajat

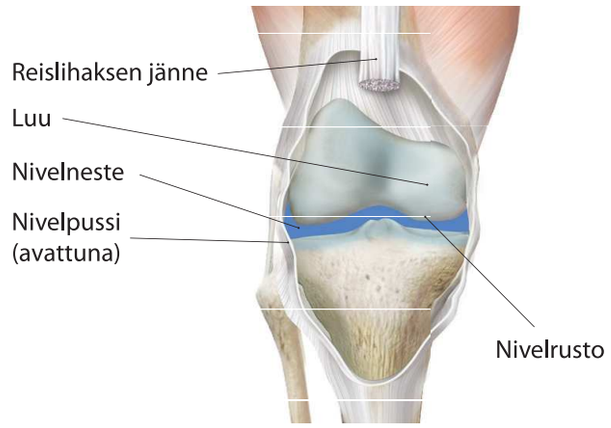
Reisiluu

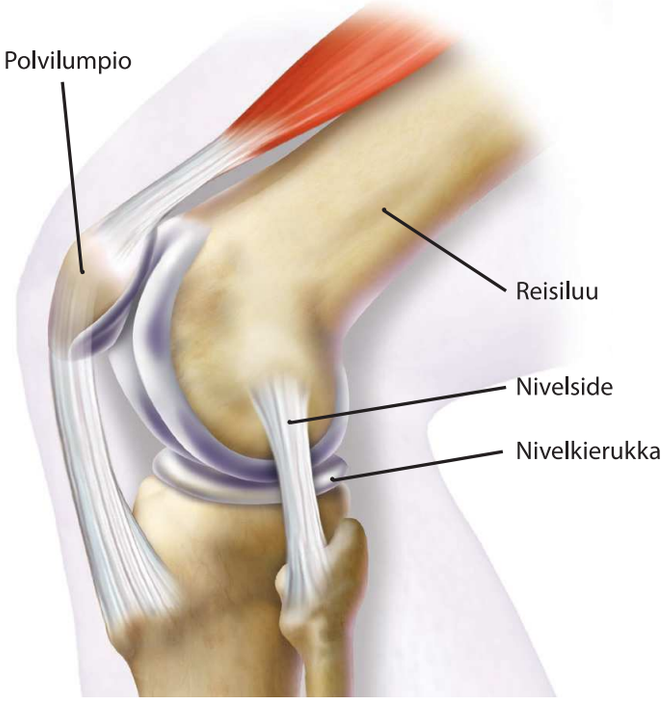


Reisiluun kaulan murtuma on vanhuksilla yleinen murtuma.

Ihmisen isoin luu on **reisiluu** (*femur*). Sen yläpäässä on 120–130 asteen kulma, **reisiluun kaula**. Reisiluu niveltyy pallomaisella päällään lonkkamaljaan. **Lonkkanivel** (*articulatio coxae*) on hyvin liikkuva pallonivel. Reisiluun yläosassa ovat myös **iso ja pieni sarvennoinen** (*trochanter major* ja *minor*), joihin kiinnittyy useita jalan lihaksia. Ison sarvennoisen voi tuntea reiden sivulla. Reisiluun alapäässä taas on kaksi **nivelnastaa**, jotka niveltyvät polvinivelessä sääriluun nivelkuoppiin. Reisiluun alaosassa on lisäksi sivuilla kaksi nivelnastaa, joihin kiinnittyy useita jalan lihaksia.

Polvinivel

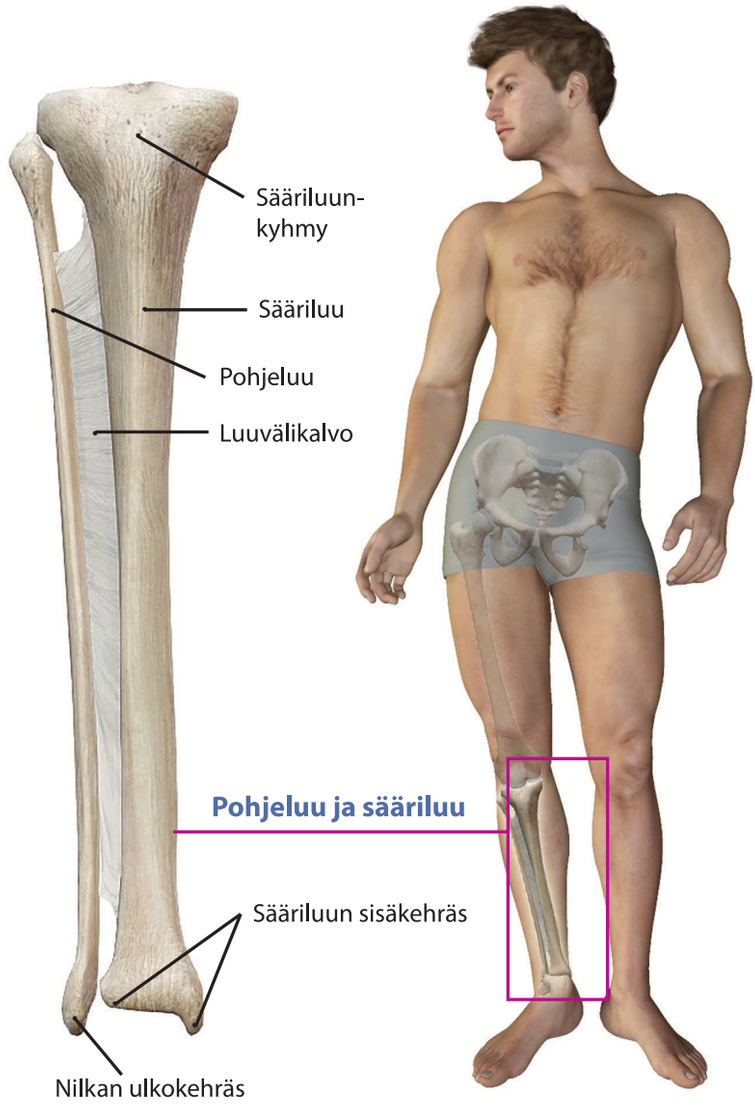




Polvinivel on iso nivel, joka niveltää reisiluun sääriluuhun. Polvinivelessä on jänneluu, **polvilumpio** (*patella*). Polvilumpio sijaitsee nelipäisen reisilihaksen jänteen sisällä, ja se suojaa polviniveltä estämällä reisilihaksen ääriliikkeitä. Polvinivel on sarananivel, ja se liikkuu koukistus-ojennussuunnassa, mutta koukistettuna kiertoliikekin on mahdollinen. Polvinivelen sisällä on **nivelkierukka**, joka parantaa nivelen istuvuutta. Polviniveltä tukevat vahvat (osin ristikkäiset) **nivelsiteet** niin nivelen sisällä kuin **nivelpussin** ulko- ja sivupuolillakin.

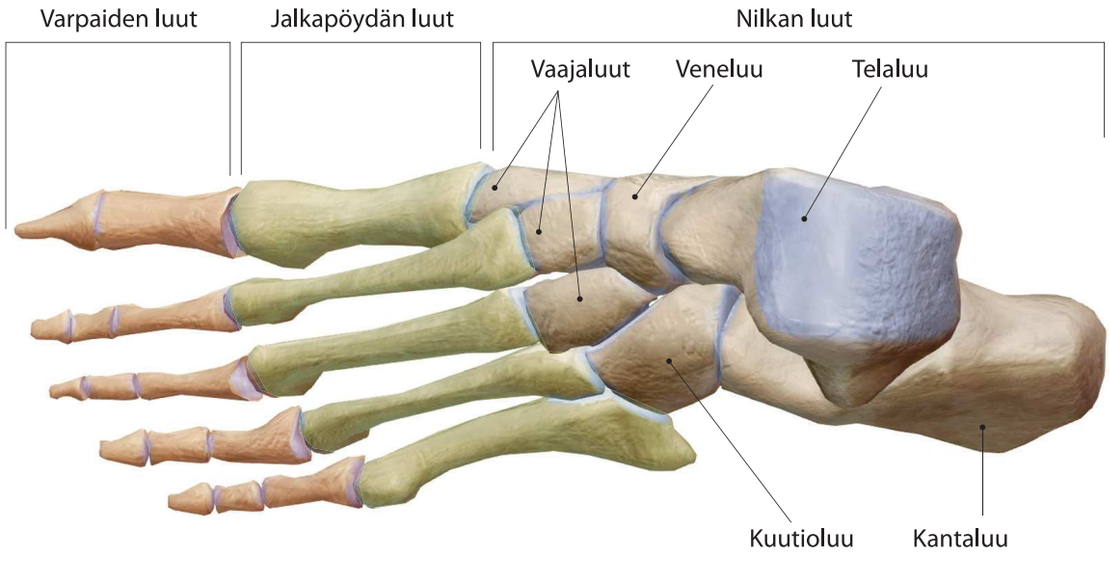
Alaraajassa ovat reisiluun lisäksi sääriluu (*tibia*) ja pohjeluu (*fibula*), nilkan luut (*ossa tarsi*) sekä jalkapöydän luut (*ossa metarsi*) ja varpaiden luut (*ossa digitorum pedis*).

Sääriluu ja pohjeluu



Sääriluun yläpäässä on **sääriluun kyhmy**, johon nelipäisen **reisilihaksen jänne** kiinnittyy. Kun ihminen polvistuu maahan, hän on itse asiassa sääriluun kyhmyn varassa. **Sääriluu** ja **pohjeluu** ovat kiinni toisissaan tiukan **luuvälikalvon** avulla, ja vahvempi sääriluu kannattelee painoa enemmän kuin pohjeluu. Sääriluun etuosassa on koko pituudeltaan terävähkö reuna, jonka voi tuntea hyvin. Pohjeluu on ohut luu, ja se niveltyy yläpäässään sääriluuhun. Pohjeluun alapäässä on selkeästi erottuva **nilkan ulkokehräs** (*malleolus lateralis*). Nilkan sisäpuolella erottuva kyhmy puolestaan muodostuu **sääriluun sisäkehräksestä**.

Nilkan luut



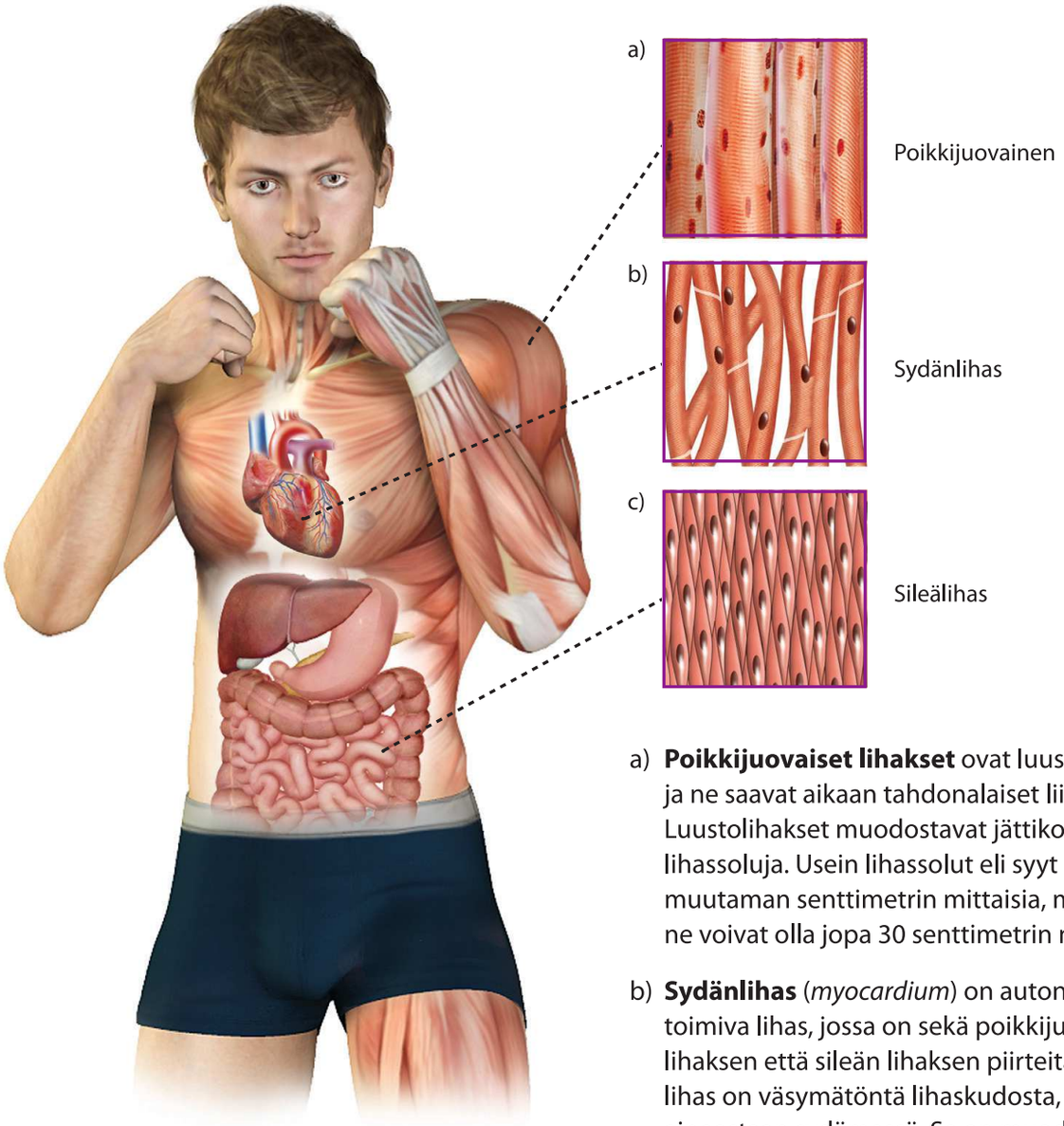
Varsinaiset nilkkaluut ovat pohjeluun ja sääriluun kehrästen muodostaman nivelhaarukan alapuolella ja välissä. Nilkan luita (*ossa tarsi*) on seitsemän, ja suurimmat niistä ovat **kantaluu** (*calcaneus*) ja **telaluu** (*talus*). Telaluu kiinnittyy kehrästen muodostamaan haarukkaan, ja se muodostaa ylemmän nilkkanivelen. Alempi nilkkanivel muodostuu usean nilkkaluun välille. Muita nilkan luita ovat nilkan **veneluu** (*os naviculare*) **kuutioluu** (*os cuboideum*) ja kolme **vaajaluuta** (*os cuneiforme, os mediale, os intermedium* ja *os laterale*). **Jalkapöydän luita** (*ossa metatarsi*) on viisi ja ne niveltyvät nilkan luihin. Jalkapöydän jatkoksi tulevat **varpaiden luut** (*ossa digitorum pedis*). Varpaiden luissa on sormien tapaan kolme luuta, paitsi isovarpaassa (*hallux*), jossa on kaksi luuta. Myös varpaat nimetään roomalaisin numeroin alkaen isovarpaasta (*digitus I–V*).

Kaartuessaan lievästi ylöspäin jalkaterän luut muodostavat jalkaholvin. Lattajalkaisuus tarkoittaa jalkaholvin puuttumista. Nilkassa, jalkapohjassa ja jalkaholvissa on runsaasti vahvoja tukevia nivelsiteitä ja lihaksia.

Luut tarvitsevat kasvaakseen ja uusiutuakseen ravinnosta kalsiumia ja fosforia. Lisäksi tarvitaan D-vitamiinia, jota tarvitaan kalsiumin imeytymiseen ohutsuolesta verenkiertoon. Iho puolestaan tarvitsee auringonvaloa muodostaakseen D-vitamiinia. Pohjoisessa, missä valoa on talvella vähän, myös aikuisten tulisi lisätä D-vitamiinia ruokavalioonsa. D-vitamiinin puutos aiheuttaa riisitautia, jossa kehittyvät luut jäävät pehmeiksi ja taipuvat. D-vitamiinia saadaan myös kalasta. Eskimoilla riisitauti olikin aikoinaan harvinaisempi kuin muilla pohjoisilla alueilla elävillä ihmisillä.

Lihakset

Lihaskudostyypit

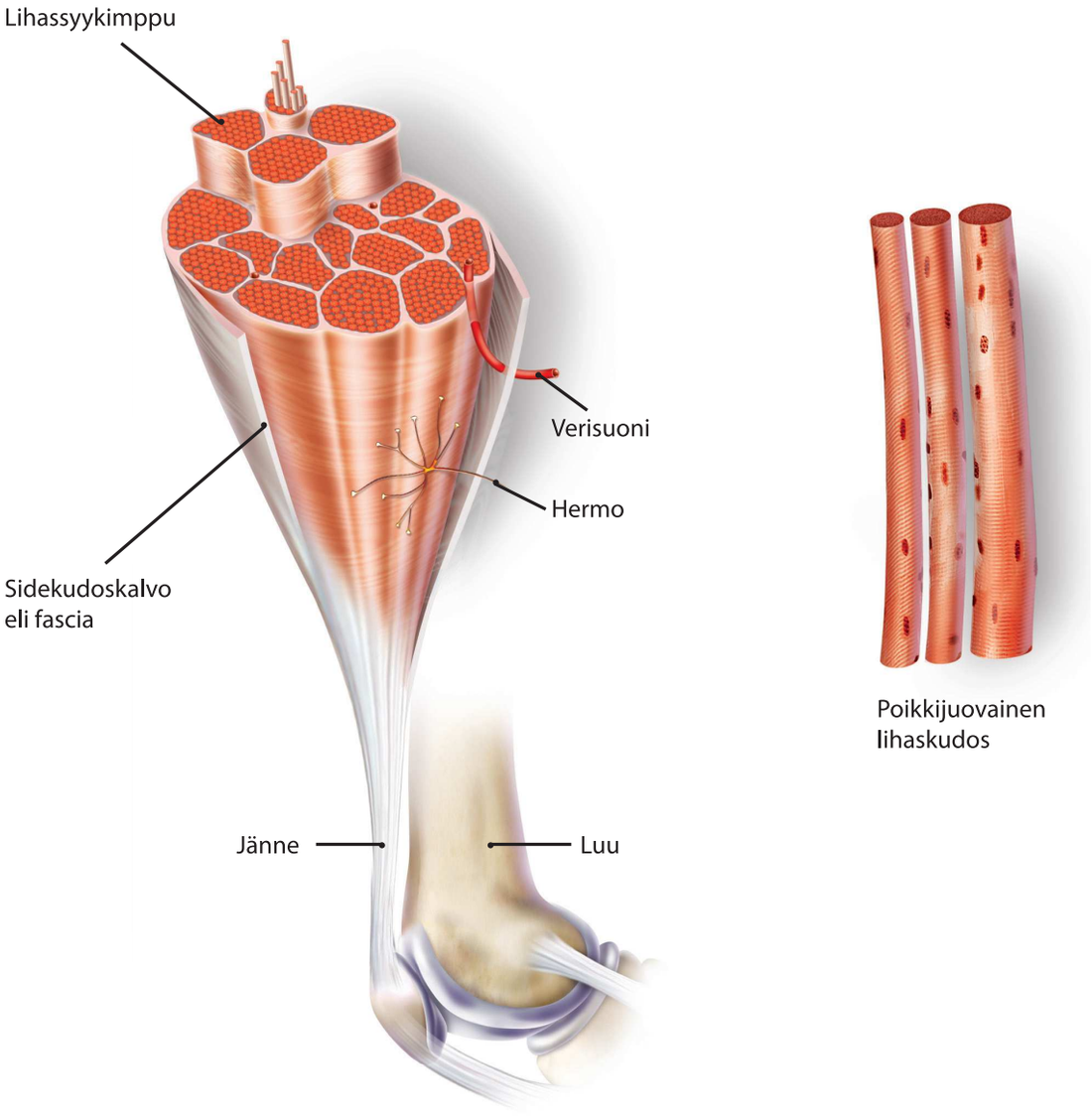


a) **Poikkijuovaiset lihakset** ovat luustolihaksia, ja ne saavat aikaan tahdonalaiset liikkeet. Luustolihakset muodostavat jättikokoisia lihassoluja. Usein lihassolut eli syyt ovat noin muutaman senttimetrin mittaisia, mutta joskus ne voivat olla jopa 30 senttimetrin mittaisia.

b) **Sydänlihas** (*myocardium*) on autonomisesti toimiva lihas, jossa on sekä poikkijuovaisen lihaksen että sileän lihaksen piirteitä. Sydänlihas on väsymätöntä lihaskudosta, jota on ainoastaan sydämessä. Se on muodostunut toisissaan kiinni olevista sydänlihassoluista, jotka pystyvät supistumaan rytmikkäästi ja saavat siten aikaan pumppaustoiminnan. Sydänlihassolujen supistumisen käynnistää tahdistin, sinussolmuke, jonka toimintaa säätelee autonominen hermosto.

c) **Sileiden lihasten** nimitys tulee siitä, että ne näyttävät mikroskoopilla tarkasteltuna sileäpintaisilta. Niissä ei siis ole selvästi erottuvia lihassäikeitä.

Poikkijuovaisen lihaksen rakenne



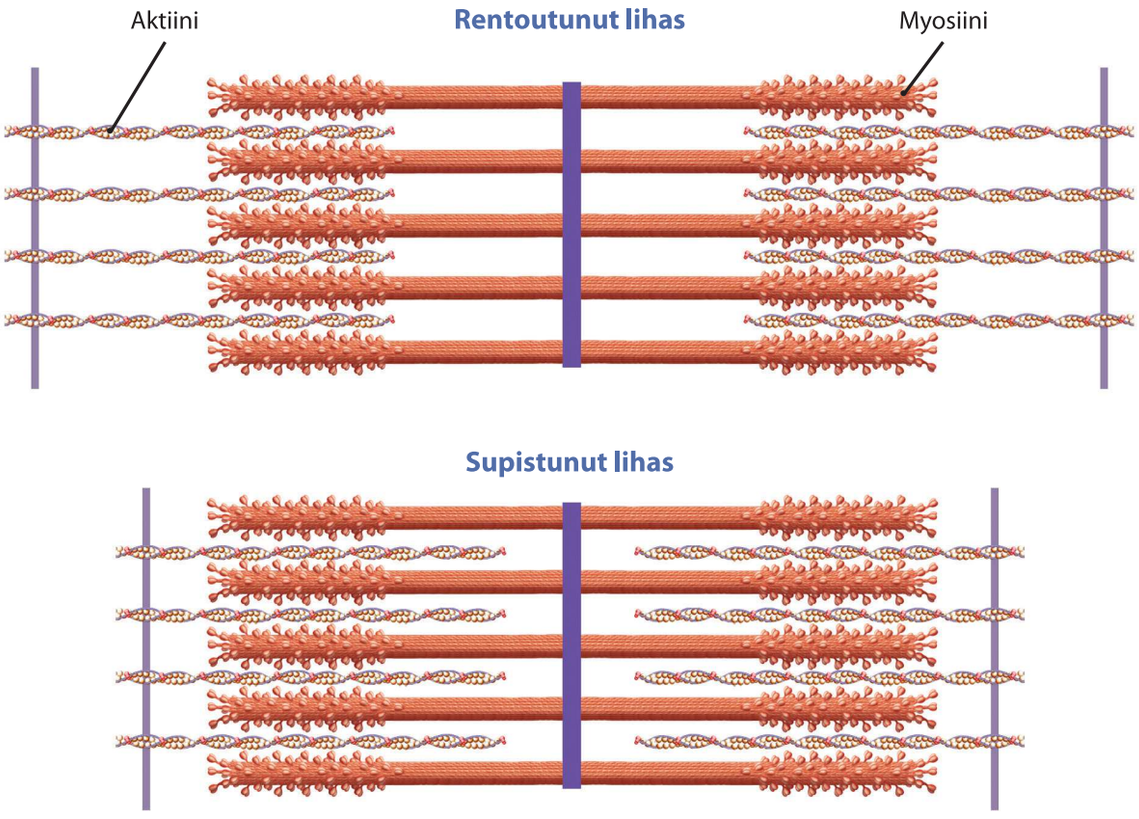
Lihassyiden ympärillä on **sidekudoskalvo**. Syykimput niputtaa yhteen vielä vähän paksumpi kalvo. Luustolihas muodostuu syykimpuista, ja koko lihasta ympäröi paksumpi **sidekudoskalvo** eli **fascia**. Kalvot yhtyvät lihaksen päissä jänteisiin, ja jänne kiinnittää lihaksen luuhun. **Verisuonet** ja **hermot** kulkevat sidekudoskalvoissa. Koska lihakset tekevät paljon työtä, ne tarvitsevat tehokasta verenkiertoa, minkä vuoksi jokaisen lihassyyn ympärillä on tiheä **hiusverisuoniverkosto**. Näin lihasten hapensaanti ja kuonanpoisto tulevat hoidetuksi hyvin.

Lihasten toiminta

Supistuessaan lihassolut tuottavat voimaa. Lihaksen voimantuotanto siis johtaa sen lyhenemiseen ja samalla liikkeeseen, mutta lihas voi jännittyä myös lyhenemättä lainkaan. Valtaosa lihasten tuottamasta energiasta muuttuu lämmöksi, ja se onkin tärkeä tapa ylläpitää kehon noin 36 °C:n lämpöä.

ATP
Solujen energianlähteenä toimii adenosiinitrifosfaatti (ATP). Se on eräänlainen paristo, johon elimistö ottaa sokerin sisältämän energian talteen soluhengityksessä.

Lihassolun supistuminen



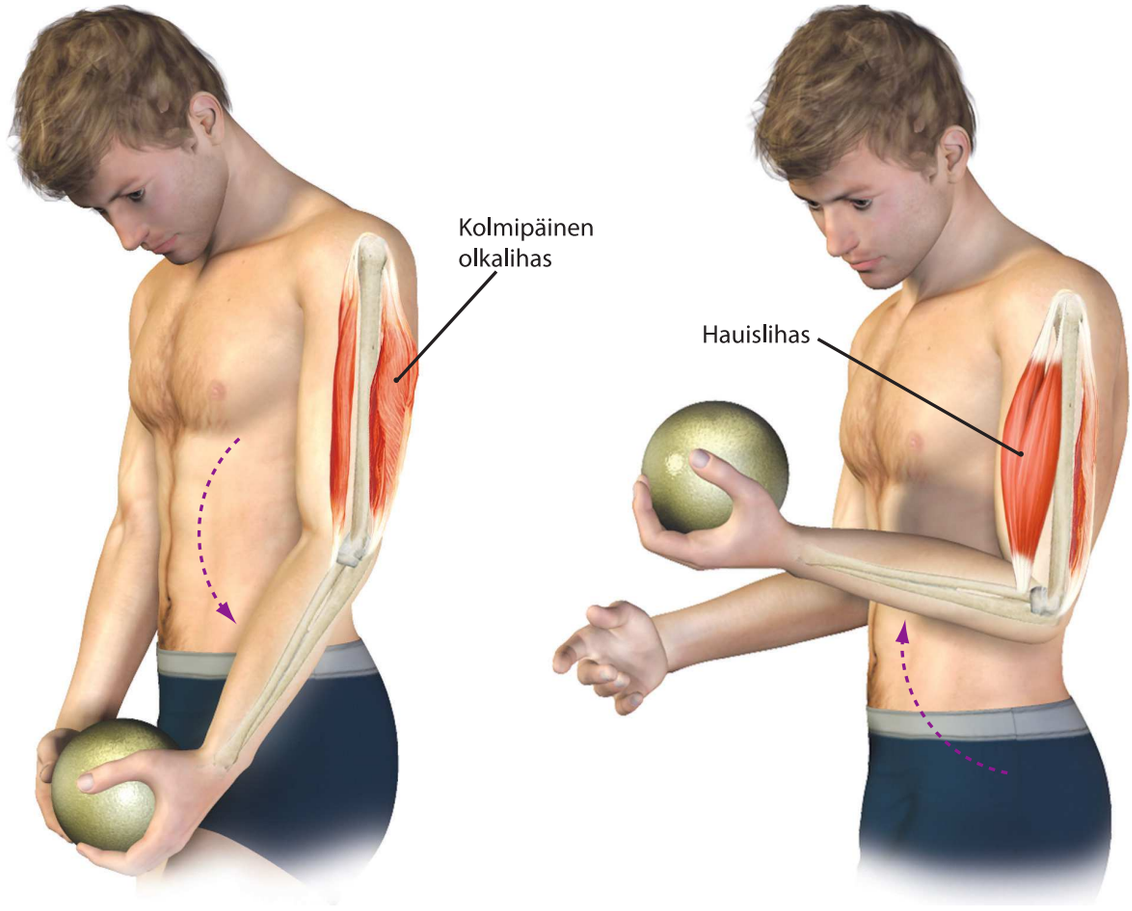
Lihassupistuksen saa aikaan toimintakäsky hermosolulta, minkä jälkeen **aktiini- ja myosiinisäikeet** liukuvat toistensa lomiin ja lihas supistuu eli lyhenee. Hermosyyn ja lihaksen välissä on hermo-lihasliitos, jossa supistumiskäsky hermosolulta siirtyy välittäjäaineen, asetyylikoliinin, avulla lihakseen. Lihastyö kuluttaa luonnollisesti myös energiaa.

Aivoissa syntyvät hermoimpulssit siirtyvät aivorungon ja selkäytimen kautta hermoratoja pitkin haluttuun lihakseen. Hermosolu, joka välittää aivoista tulevan tiedon lihakselle, on nimeltään motoneuroni eli liikehermosolu. Yksi liikehermosolu hermottaa usein kymmeniä tai jopa satoja lihassyitä. Yksi liikehermosolu ja sen hermottamat lihakset muodostavat motorisen yksikön. Tarkkoja liikkeitä synnyttävät lihakset, esimerkiksi silmän liikuttajalihakset, ovat vain muutaman lihassyyn kokoisia motorisia yksiköitä, kun taas esimerkiksi raajojen lihaksissa motoriset yksiköt sisältävät noin 700 lihassyytä.

Lihaksen sisällä on kahdenlaisia proteiinisäikeitä: aktiini- ja myosiinisäikeitä.

Lihassolujen ympärillä on runsaasti sidekudosta, joka tukee lihasta ja estää niiden liiallista venymistä. Lihas kiinnittyy jänteen avulla kahteen tai useampaan luuhun. Kun lihas supistuu, se vetää luita toisiaan kohti, jolloin syntyy liike. Välissä oleva nivel tai liitos ja lihaksen supistuminen saavat aikaan raajan liikkeen. Useimmat lihakset toimivat vastavaikuttajina siten, että ne supistuvat ja venyvät vuorotellen.

Vastavaikuttajalihasten toiminta



Käsivartta ojennettaessa supistuu kolmipäinen olkalihas. Käsivartta koukistettaessa hauislihas.

Poikkijuovaisten lihasten tavoin myös sileiden lihasten supistuminen perustuu aktiini- ja myosiinisäikeiden liukumiseen toistensa lomaan. Sileitä lihaksia säätelee autonominen hermosto, joten ne eivät ole tahdonalaisia. Myös hormonit voivat säädellä sileiden lihasten toimintaa.

Sileät lihakset toimivat hitaammin, mutta ne eivät väsy siten kuin luustolihakset. Sileiden lihasten supistus on hidas ja pitkä. Sileitä lihaksia on esimerkiksi verisuonten seinämissä, ruoansulatuskanavassa, virtsateissä, siemenjohtimissa ja munanjohtimissa. Niissä sileät lihakset saavat aikaiseksi supistusaaltoja, joita kutsutaan peristalttisiksi aalloiksi. Aallot kuljettavat mukanaan esimerkiksi ruokaa suolistossa tai virtsaa virtsateissä.

Hapeton energian tuotto

Yleensä luustolihakset tuottavat energiaa hapen avulla, mutta kovien ponnistusten aikana lihassolut eivät ehdi saada happea tarpeeksi, jolloin energiaa tuotetaan maitohappokäymisen avulla. Maitohappo poistuu aikanaan lihassoluista, mistä todennäköisesti aiheutuu lihasten kipeytyminen suorituksen jälkeen. Usein uuden liikuntaharrastuksen aloittamisen jälkeen lihakset ovat kipeät muutamana seuraavana päivänä.

Lihastyön kuona-aineena syntyy hiilidioksidia ja joskus maitohappoa. Hiilidioksidi poistuu uloshengityksessä, mutta elimistö voi poistaa maitohappoa verestä maksaan, joka valmistaa siitä glukoosia.

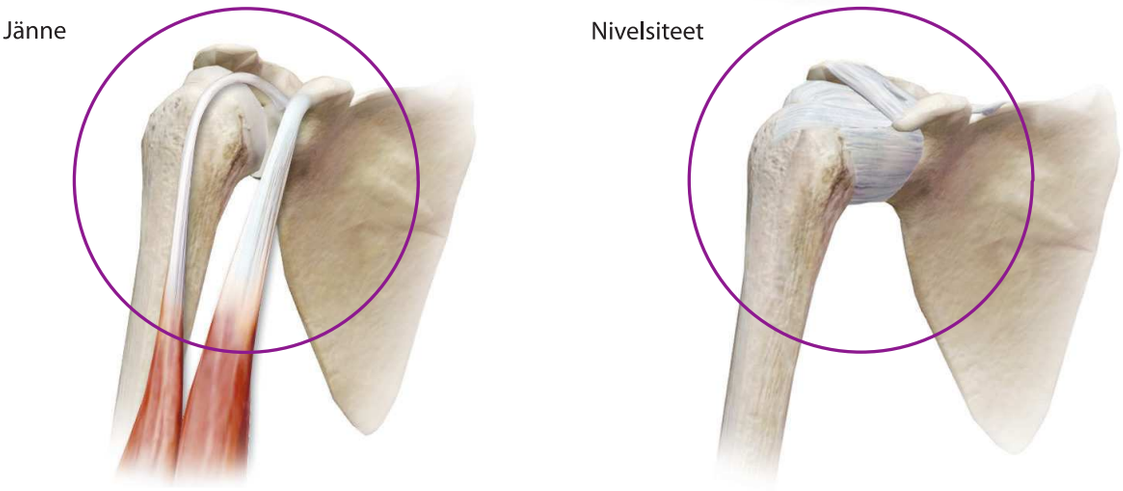
Karvankohottajalihakset ovat myös sileitä lihaksia. Jos ihminen on kylmissään tai vaikkapa pelästyy elokuvan kauhukohtausta tai kuuntelee erityisen hyvää musiikkia, hänen karvankohottajalihaksensa supistuvat. Nämä tuntemukset syntyvät autonomisen hermoston aikaansaamina ja saavat ihon niin sanotusti kananlihalle.

Nopeat ja hitaat lihassyyt

Luustolihassolut eli lihassyyt voidaan jakaa toiminnallisesti kahteen: hitaisiin ja nopeisiin. Hitaita lihassyitä on paljon asentoa ylläpitävissä lihaksissa, esimerkiksi selässä. Ne tuottavat energiaa hapen avulla. Nopeat lihassyyt ovat puolestaan tottuneet hapettomaan energiantuotantoon, ja ne väsyvät nopeasti. Voimakkaassa mutta lyhytaikaisessa lihastyössä nopeat lihassyyt hallitsevat toimintaa. Silmien liikkeet ovat nopeita ja tarkkoja, minkä vuoksi silmän liikuttajalihaksissa on nopeita lihassyitä.

Jänteet

Jänteiden ja nivelsiteiden ero



Jänteet kiinnittävät lihakset luihin. Jos olet joskus pureskellut erittäin sitkeää lihaa suussasi, olet mahdollisesti saanut palan, jossa on jännettä mukana. Jänteet kiinnittyvät saumattomasti luiden luukalvoihin. Jänteiden pituus vaihtelee muutamasta millimetristä yli 30 senttimetriin. Pitkissä jänteissä, kuten sormien jänteissä, nivel ja sitä liikuttava lihas ovat etäällä toisistaan. Tämän ansioista sormet ovat ohuita ja pystyvät tarkkoihin liikkeisiin.

Nivelsiteet eli ligamentit eroavat jänteistä siten, että niiden tehtävänä on kiinnittää luita toisiinsa nivelissä. Esimerkiksi kämmenessä on runsaasti nivelsiteitä.

Elimistön lihakset

Ihmisessä on yli 600 erilaista luustolihasta. Luustolihakset ovat järjestäytyneet kolmeen päällekkäiseen kerrokseen: pinnalliseen, keskimmäiseen ja syvään. Vartalon lihakset ovat litteitä ja suuria. Raajojen lihakset taas ovat ohuempia ja pidempiä. Lihakset kiinnittyvät luihin jänteellä tai leveällä jännekalvolla. Kasvojen ilmelihakset kiinnittyvät poikkeuksellisesti suoraan ihoon.

Pään lihaksista näkyvimmät ovat ilmelihakset ja puremalihakset. Ilmelihakset kiinnittyvät kasvojen ihoon ja saavat aikaan ilmeet.

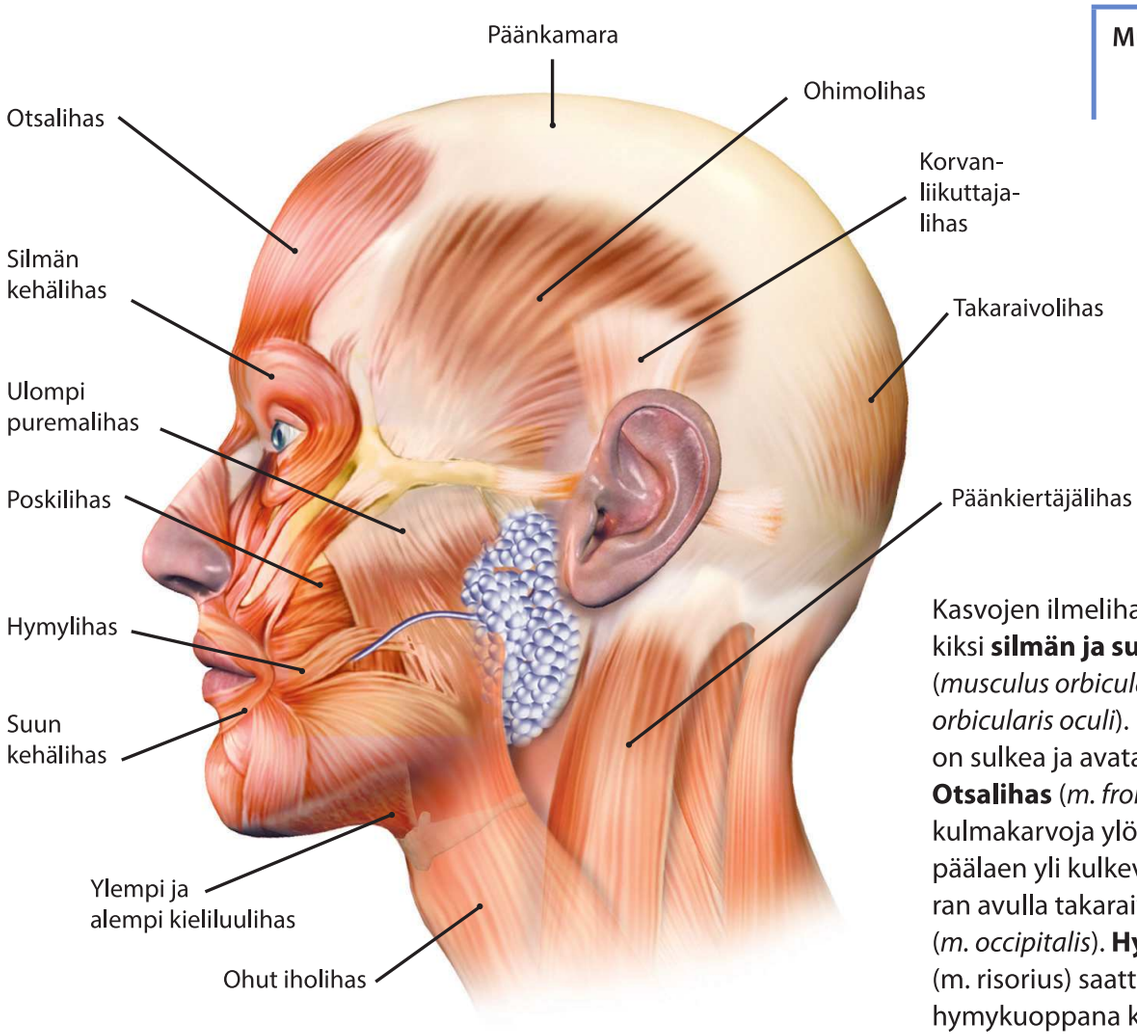
Kasvojen lihaksia voi harjoittaa samaan tapaan kuin vaikkapa vatsalihaksia, esimerkiksi hymyilemällä leveästi tai nauramalla.

Rintakehän ja vatsan lihakset suojaavat sisäelimiä. Niihin kuuluvat hengityslihakset ja kehon taivutukseen ja kiertoon osallistuvia lihaksia.

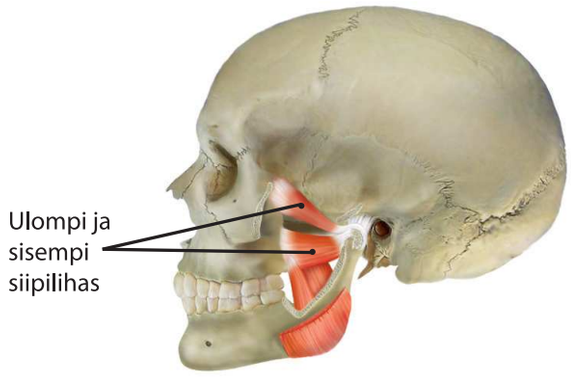
On tutkittu, että valehdellessa kasvoilla käy lyhyt mikroilme, joka voi saada keskustelukumppanin epäileväksi. Samaan ilmiöön liittyy myös ilmaus ”pokerinaama”.

Kasvojen, pään ja kaulan lihaksia

Musculus (m.) latinankielellä lihas



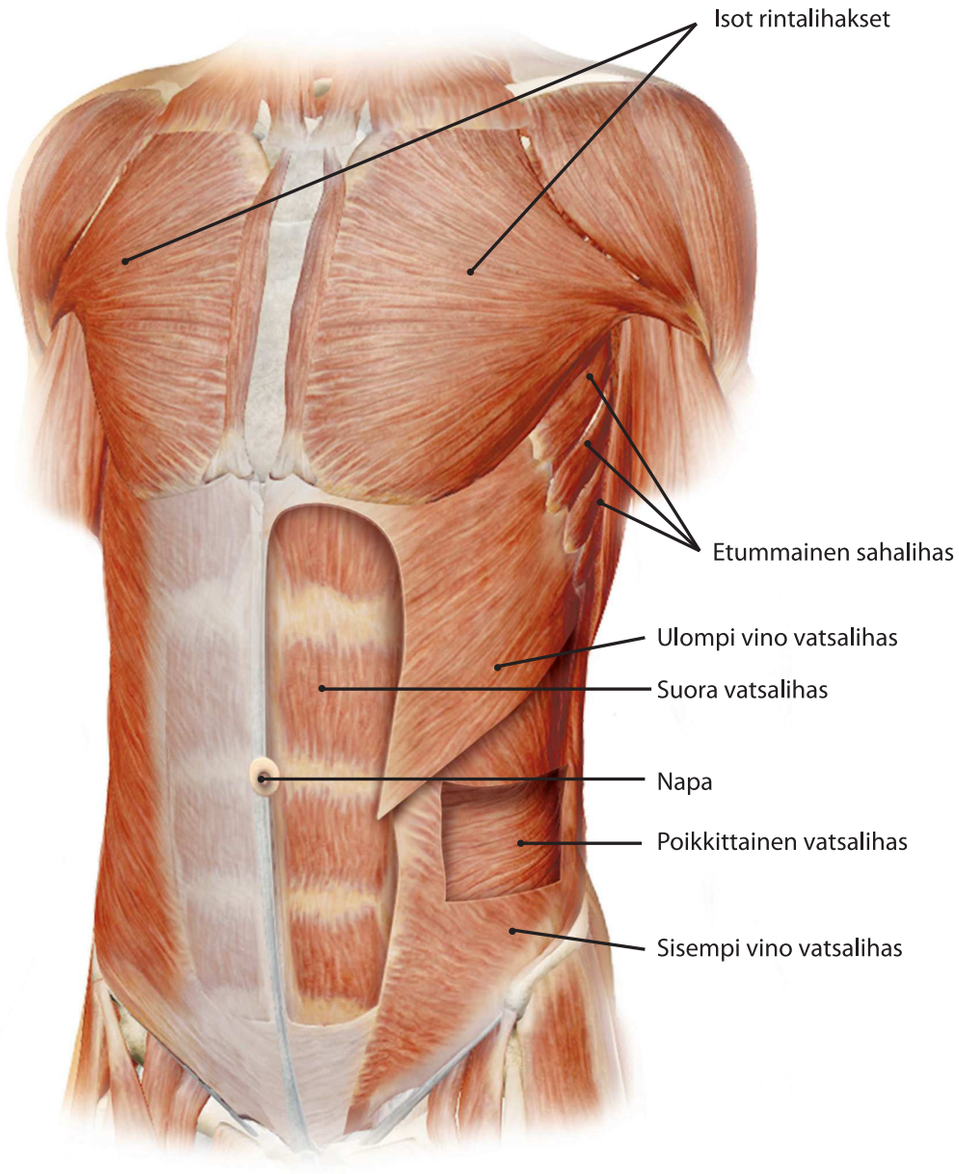
Kasvojen ilmelihaksia ovat esimerkiksi **silmän ja suun kehälihakset** (*musculus orbicularis oris* ja *m. orbicularis oculi*). Niiden tehtävänä on sulkea ja avata suuta ja silmiä. **Otsalihas** (*m. frontalis*) nostaa kulmakarvoja ylöspäin, ja se liittyy päälaen yli kulkevan päänkamaran avulla takaraivon lihakseen (*m. occipitalis*). **Hymylihas** (m. risorius) saattaa erottua hymykuoppana kasvoissa.



Puremalihakset liikuttavat alaleukaluuta. Vahvat **poskilihakset** (*m. buccinator*) puristavat pureskelemisen yhteydessä leukoja yhteen. Muita puremalihaksia ovat vahva **ohimolihas** (*m. temporalis*) ja **ulompi puremalihas** (*m. masseter*). Alaleukaluun sisäpuolella ovat siipimäisesti asettuneet puremalihakset, **ulompi ja sisempi siipilihas** (*m. pterygoideus lateralis/medialis*).

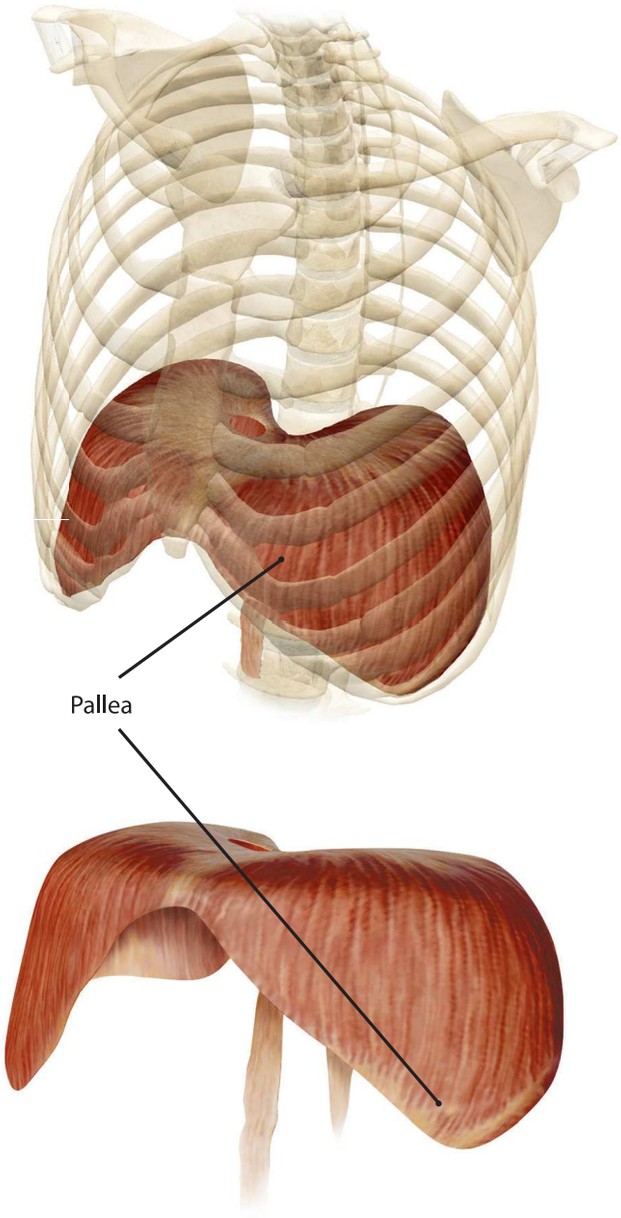
Kaulassa on ilmelihaksiin kuuluva **ohut iholihas** (*platysma*), joka ulottuu alaleuan iholta rintakehään saakka. Sen voi tuntea taivuttamalla päätä taaksepäin. Supistuessaan kaulan iholihas vetää alaleukaa ja alahuulta alaspäin. Kaulassa on myös **päänkiertäjälihas** (*m. sternocleidomastoideus*), rintalastasta ja solisluusta lähtevä lihas, joka kiinnittyy pään takana ohimoluun kartiolisäkkeeseen. Kun päänkiertäjälihas supistuu, pää tekee nyökkäysliikettä, mutta se osallistuu myös pään kiertoliikkeeseen. Kaulassa ovat myös **ylempi ja alempi kieliluulihas** (*m. hyoideus*), jotka osallistuvat alaleuan ja kurkunpään liikkeisiin.

Rintakehän ja vatsan lihakset



Rintakehän pinnalla ovat **isot rintalihakset** (*m. pectoralis major*). Iso rintalihas tekee työtä liikutettaessaan olkavartta vartalon eteen tai esimerkiksi leuanvetoliikkeitä tehtäessä. Ison rintalihaksen alla on pieni rintalihas (*m. pectoralis minor*), joka toimii hengityslihaksena ja nostaa kylkiluita ylöspäin sisäänhengityksessä. Ison rintalihaksen sivulla kainalon alla on **etummainen sahalihas** (*m. serratus anterior*), joka myös vaikuttaa lapaluun liikkeisiin. Muita hengityslihaksia rintakehässä ovat kylkiluun kannattajalihakset (*m. scalenus anterior, medius ja posterius*), ja kylkivälilihakset (*m. intercostales interni* ja *externi*), joiden tehtävä on myös avata rintakehää sisään hengitettäessä. **Suora vatsalihas** (*m. rectus abdominis*) ulottuu rintalastasta häpyluun yläreunaan, ja se tunnetaan puhekielessä nimellä "sixpack". Nimitys johtuu suorassa vatsalihaksessa olevista jännejuovista, jotka jakavat lihaksen osiin. Lisäksi vatsalihaksiin kuuluvat **ulompi vino vatsalihas** (*m. obliquus externus*) ja **sisempi vino vatsalihas** (*m. obliquus internus abdominis*) sekä **poikittainen vatsalihas** (*m. transversus abdominis*).

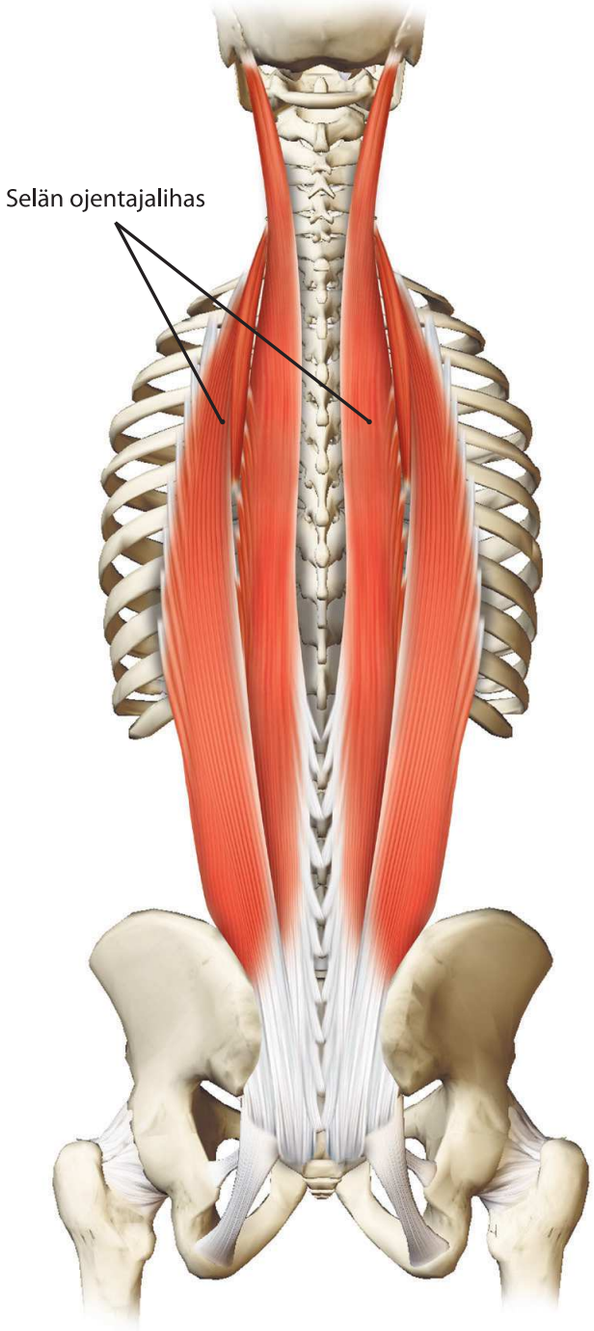
Pallea



Pallea (*diaphragma*) jakaa rintakehän osiin. Se on laskuvarjon muotoinen kalvomainen lihas, joka jakaa rinta- ja vatsaontelon poikkisuunnassa. Pallea on tärkein hengityslihas. Kun se supistuu, rintaontelon tilavuus kasvaa ja keuhkoihin menee ilmaa.

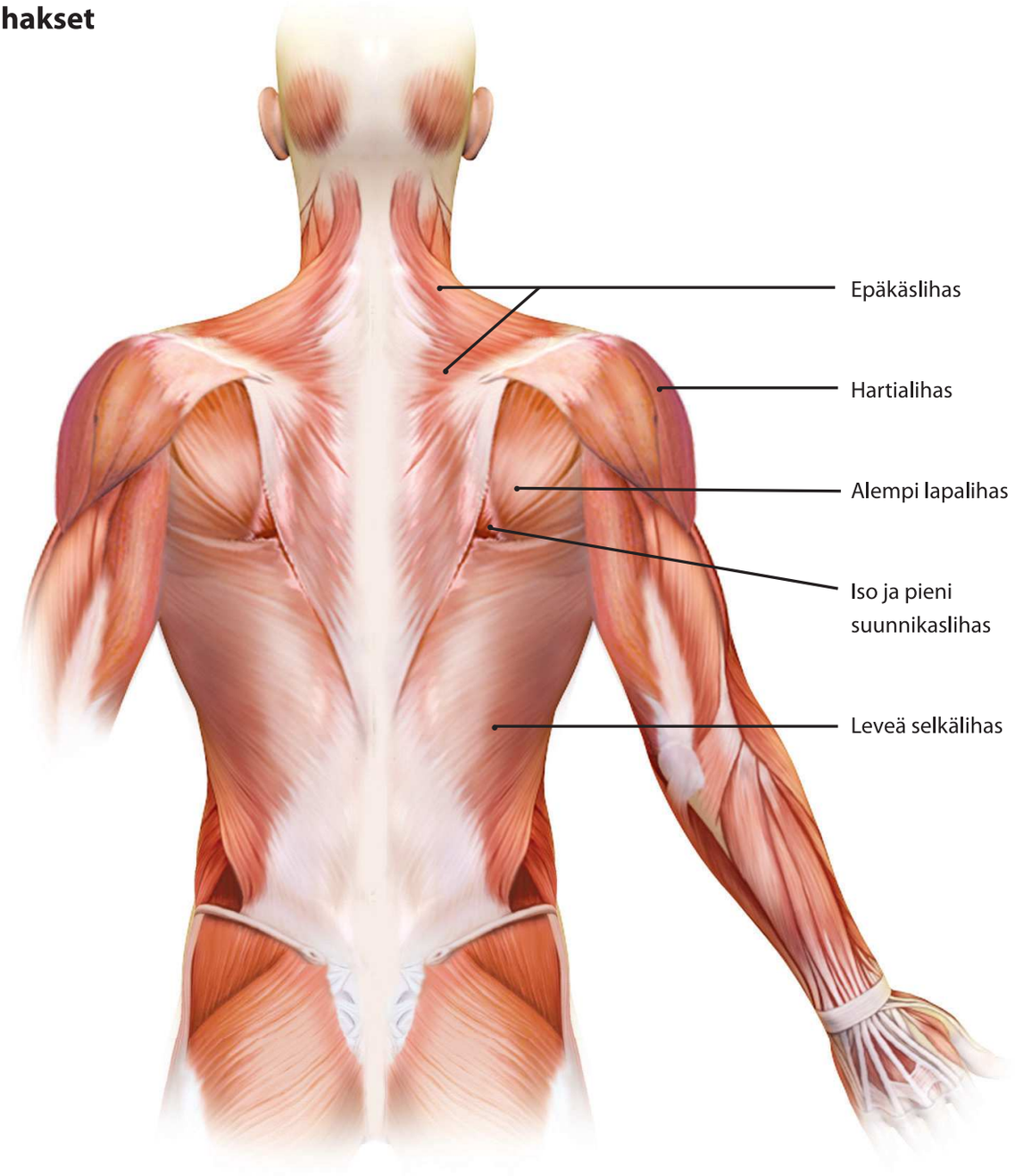
Selän lihakset pitävät yllä ihmisen pystyasentoa ja osallistuvat kehon ja raajojen liikkeisiin.

Selän ojentajalihas



Koko selkärangan pituudelta molemmin puolin rankaa syvimmässä kerroksessa on **selän ojentajalihas** (*m. erector spinae*). Se ylläpitää selän pystyasentoa ja vaikuttaa myös selän kiertoliikkeisiin, ojennuksiin ja taivutuksiin.

Selän lihakset

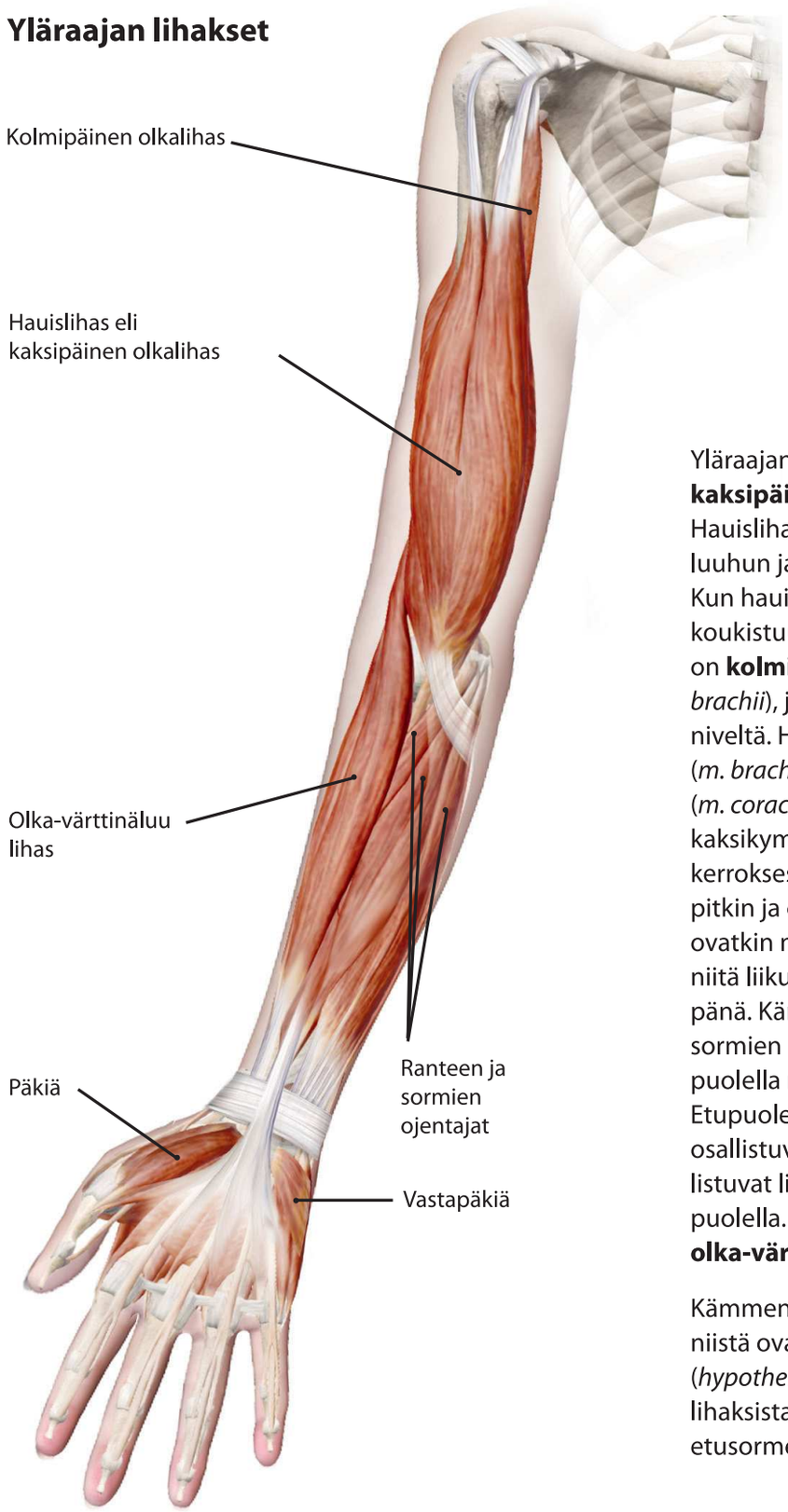


Yläselässä on kaksi suurta lihasta: **epäkäslihas** (*m. trapezius*) ja **leveä selkälihas** (*m. latissimus dorsi*). Epäkäslihas on salmiakin muotoinen lihas, joka kiinnittyy takaraivonluuhun ja selkärangan yläosan nikamiin sekä lapaluuhun ja solisluuhun. Se pitää lapaluuta paikallaan kun yläraajaa liikutetaan. **Hartialihas** (*m. deltoideus*) taas on hartian päällä, ja sen tehtävänä on nostaa olkavartta sivulle, eteen ja taakse. Hartialihaksen ja epäkäslihaksen alla olevia lapaluuta tukevia ja liikuttavia lihaksia ovat muun muassa **alempi lapalihas** (*m. infraspinatus*) sekä **pieni ja iso suunnikaslihas** (*m. rhomboideus minor* ja *major*).

Leveä selkälihas kulkee selkärangan alaosista olkaluun yläosaan selän poikki. Supistuessaan se vetää yläraajaa taaksepäin. Leveä selkälihas tekee töitä esimerkiksi hiihtäessä.

Yläraajalla tehdään tarkkaa työtä. Sen takia siinä on paljon pieniä lihaksia ja pitkiä jänteitä, jotka liikuttavat sormia.

Yläraajan lihakset



Hauis
Tiesitkö, että hauis on saanut nimensä hauelta, koska se muistuttaa muodoltaan kalaa?

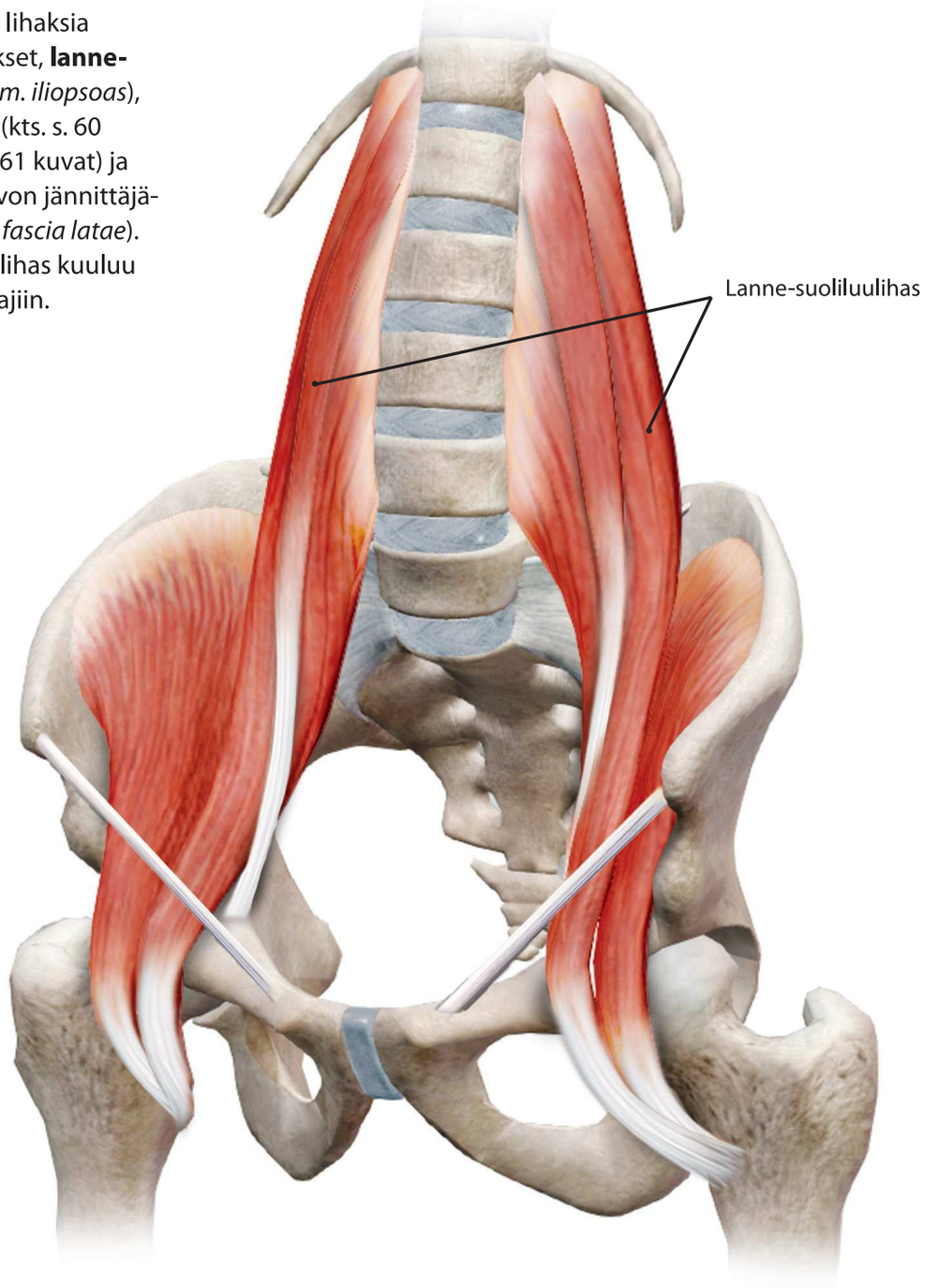
Yläraajan lihaksista suurin on **hauislihas** eli **kaksipäinen olkalihas** (*m. biceps brachii*). Hauislihas kiinnittyy kahdella päällä lapaluuhun ja toisesta päästään värttinäluuhun. Kun hauislihas supistuu, kyynärvarsi koukistuu. Hauislihaksen vastavaikuttajana on **kolmipäinen olkalihas** (*m. triceps brachii*), joka puolestaan ojentaa kyynärniveltä. Hauiksen alla ovat olkavarren lihas (*m. brachialis*) ja korppilisäke-olkaluulihas (*m. coracobrachialis*). Kyynärvarressa on kaksikymmentä pientä lihasta kolmessa kerroksessa. Lihakset kulkevat kyynärvartta pitkin ja ovat kädessä enää jänteitä. Sormet ovatkin melko kapeita siksi, että suurin osa niitä liikuttavista lihaksista sijaitsee ylempänä. Kämmenen puolella ovat ranteen ja sormien koukistajalihakset ja kämmenselän puolella **ranteen ja sormien ojentajat**. Etupuolella ovat kyynärvarren sisäkiertoon osallistuvat lihakset. Uloskiertoon osallistuvat lihakset taas ovat kämmenselän puolella. Kyynärvarressa on selvästi erottuva **olka-värttinäluulihas** (*m. brachioradialis*).

Kämmenessä on pieniä lihaksia. Suurimmat niistä ovat **päkiä** (*thenar*) ja **vastapäkiä** (*hypothenar*). Päkiät koostuvat useista lihaksista, ja ne liikuttavat peukaloa ja etusormea.

Lantion alueella olevat lihakset pitävät sisäelimiä paikoillaan ja osallistuvat jalkojen liikkeisiin. Ne estävät sisäelimiä luiskahtamasta paikoiltaan esimerkiksi yskimisen tai ponnistamisen aikana. Lisäksi lantionpohjan lihaksia ovat virtsaputken ja peräaukon sulkijalihakset.

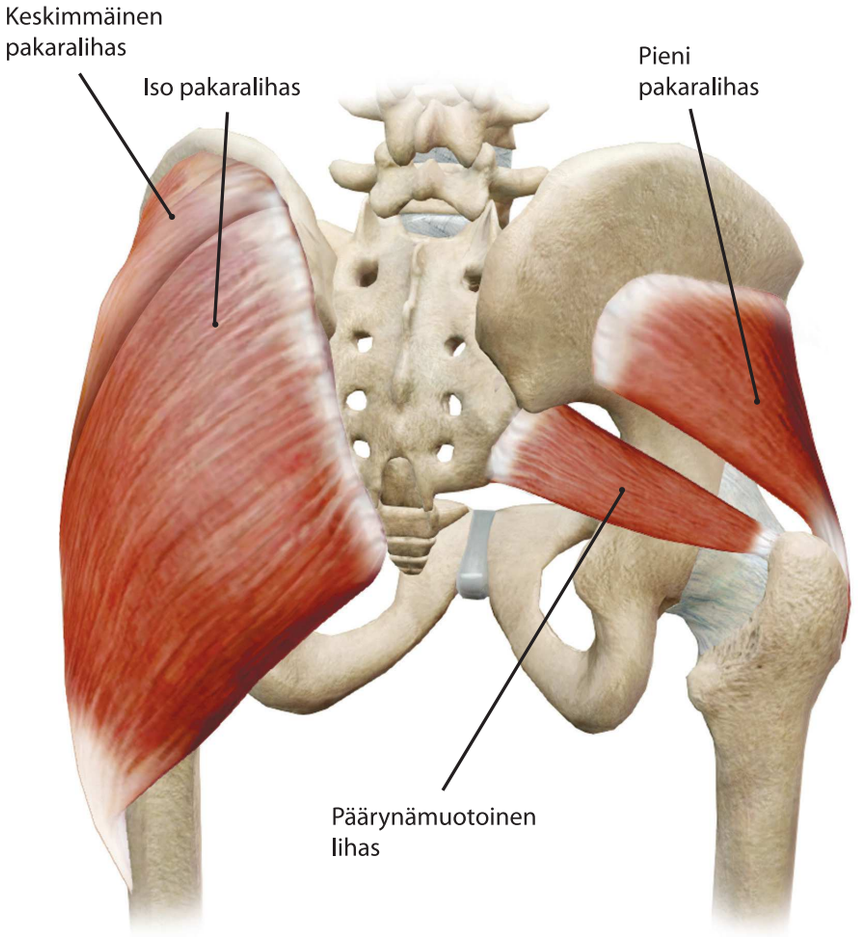
Lantion syviä lihaksia

Lantion alueen lihaksia ovat syvät lihakset, **lanne-suoliluulihas** (*m. iliopsoas*), pakaralihakset (kts. s. 60 ylempi kuva ja 61 kuvat) ja leveä peitinkalvon jännittäjälihas (*m. tensor fascia latae*). Lanne-suoliluulihas kuuluu lonkan koukistajiin.



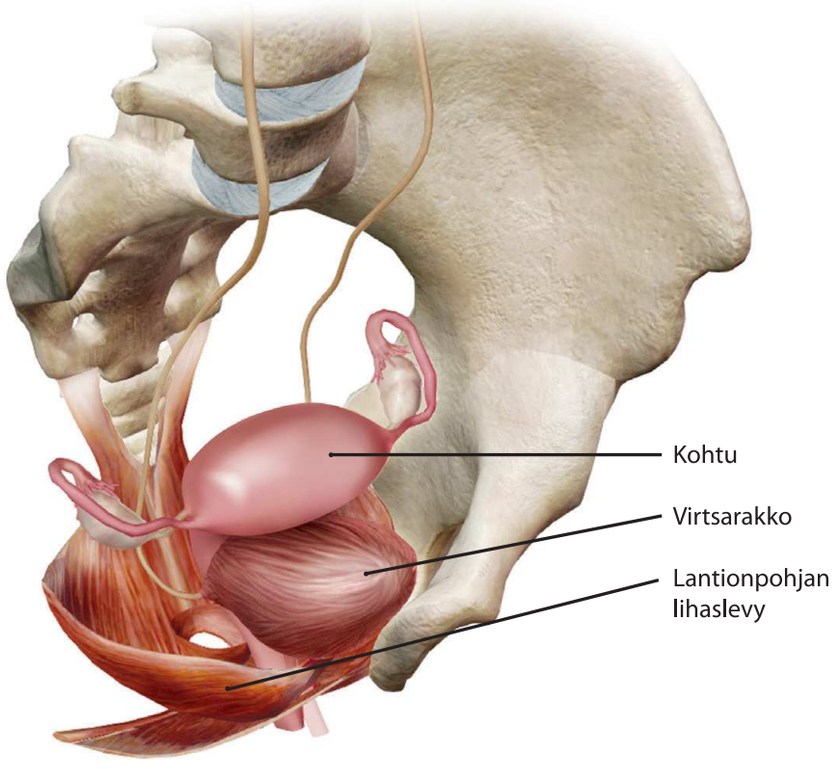
Lonkan lihaksia selkäpuolelta

Takapuoli koostuu useasta lihaksesta, joista suurin on **iso pakaralihas** (m. gluteus maximus). Ison pakaralihaksen alla ovat **keskimmäinen** ja **pieni pakaralihas** (m. gluteus medius/minimus). Pakaralihaksien alla taas on **päärynänmuotoinen lihas** (m. piriformis) ja muita pienempiä lihaksia. Pakaran lihakset ovat hyvin vahvoja, ja ne tekevät työtä muun muassa ihmisen kävellessä, juostessa tai noustessa portaita. Ne ojentavat, kiertävät ulos- ja sisäänpäin ja loitontavat lonkkaa. Lisäksi ne tukevat lantiota. Raskaita tavaroita nostettaessa olisikin tärkeää käyttää nostamiseen erityisesti pakaroita ja alaraajojen lihaksia eikä niinkään selän ja yläraajojen lihaksia.



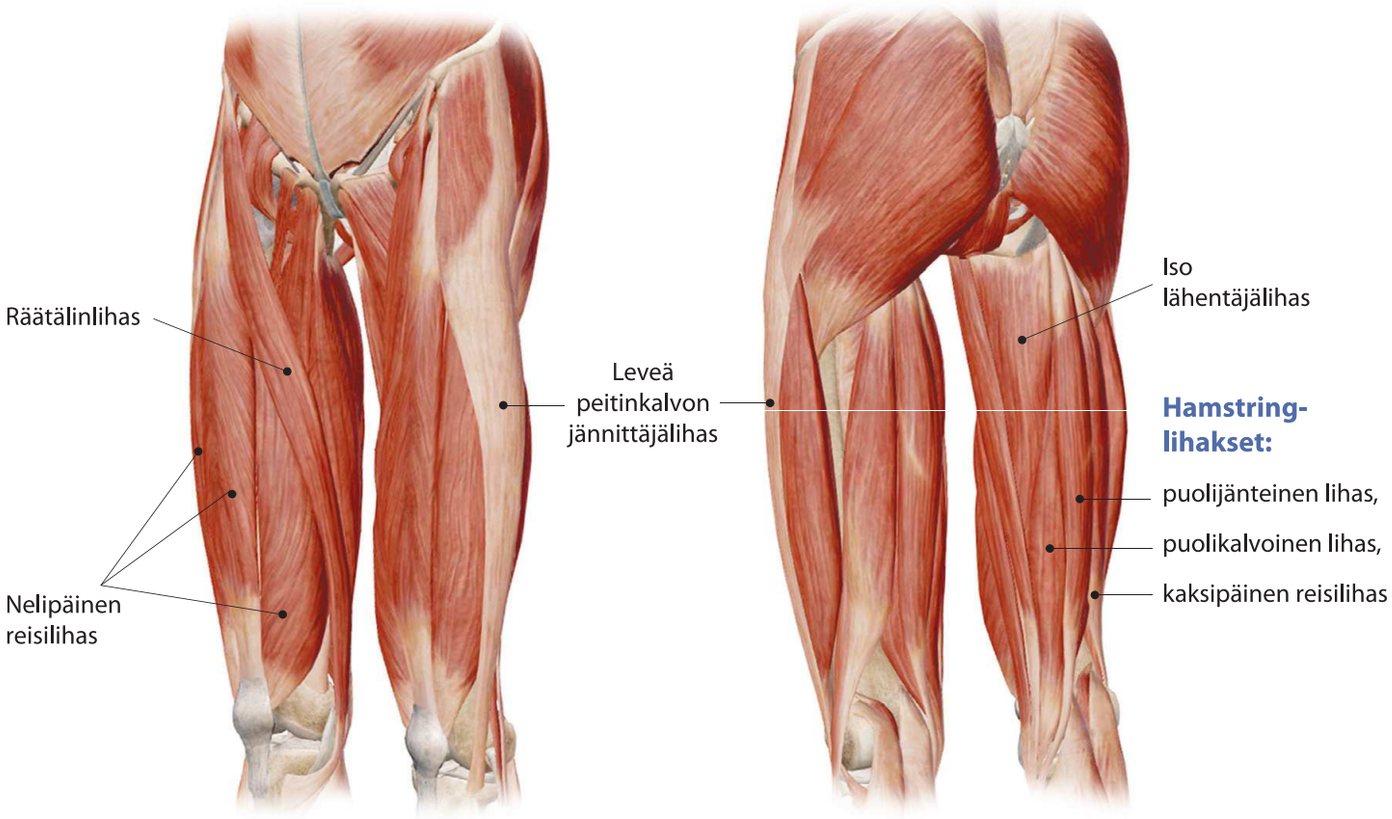
Lantionpohjan lihaslevy

Lantionpohjan lihakset muodostavat **kaksi lihaslevyä**, joita kutsutaan lantion välipohjaksi (peräaukon ympärillä) ja lantion alapohjaksi (virtsaputken ja naisella emättimen ympärillä).



Reiden lihakset ovat suuria ja voimakkaita. Etupuolella oleva nelipäinen reisilihas ojentaa säärtä, ja takana olevat niin sanotut hamstring-lihakset koukistavat säärtä. Näin syntyy kävelyliike. Säären lihakset ovat samantapaisia kuin käsivarren lihakset: jalkaterää ja varpaita liikuttavat lihakset ovat ylempänä ja jalkaterässä enää jänteinä. Sääri tosin eroaa käsivarresta siinä, etteivät pohje- ja sääriluu liiku toistensa suhteen ollenkaan, toisin kuin kyynär- ja värttinäluu.

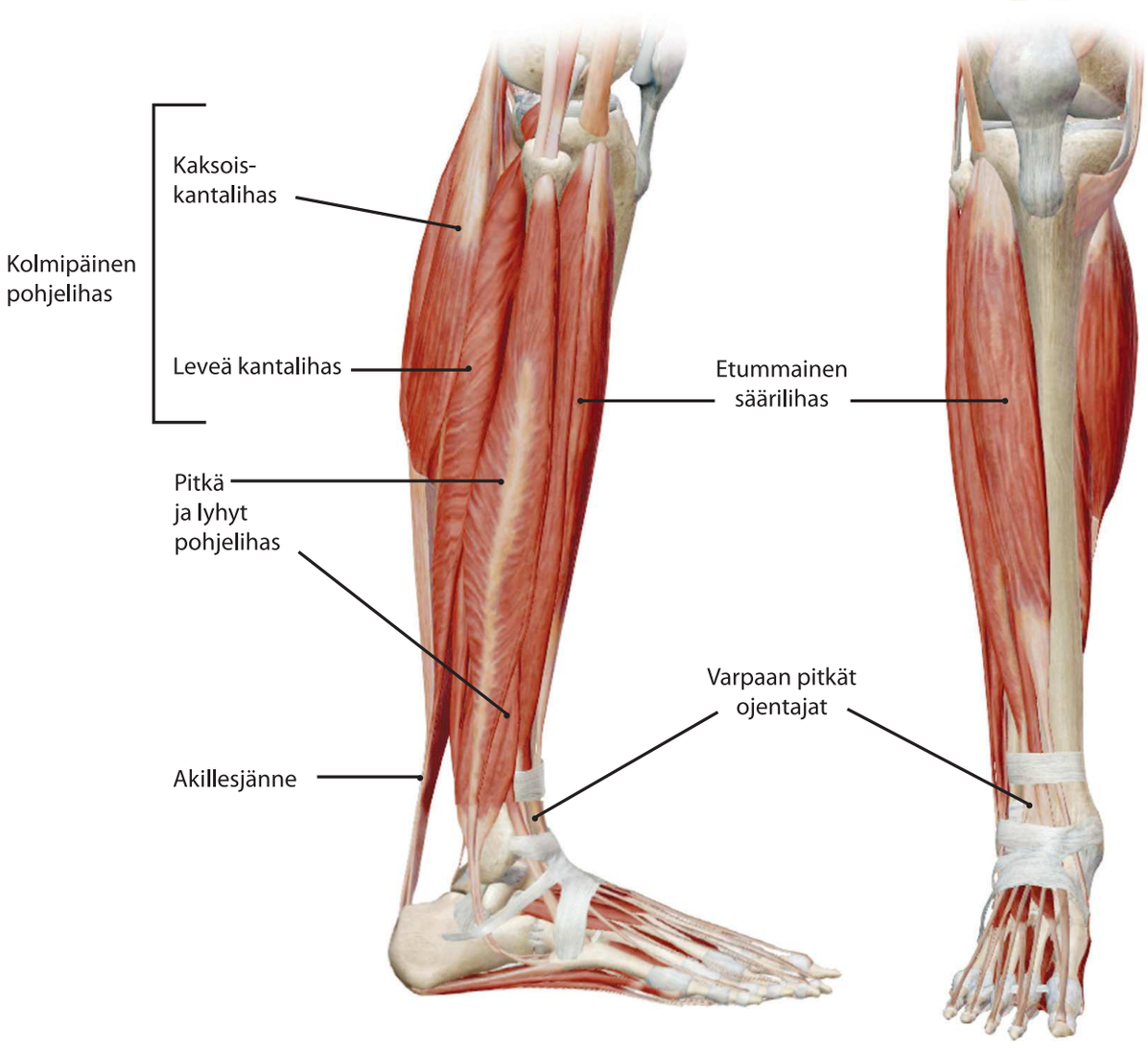
Reiden ojentajat ja koukistajat



Elimistön suurin lihas on etureiden **nelipäinen reisilihas** (*m. quadriceps femoris*). Sen osat lähtevät suoliluun alaosasta ja reisiluun varresta, ja ne yhtyvät leveäksi jänteeksi ja kiinnittyvät sääriluun kyhmyyn. Nelipäisen reisilihaksen jänne siis kulkee yli polvinivelen, ja lihaksen supistuminen ojentaa polviniveltä. Nelipäisen reisilihaksen vierestä lähtee ohut ja pitkä lihas, **räätälinlihas**, (*m. sartorius*), joka kulkee vinottain reiden poikki ja kiinnittyy sääriluun sisäreunaan. Reiden sisäpuolella on useita lihaksia, joiden tehtävänä on lähentää lonkkaa ja reittä. Suurin niistä on reiden **iso lähentäjälihas** (*m. adductor magnus*).

Reiden ulkosyrjällä ja takana olevia lihaksia kutsutaan **hamstring-lihaksiksi**. Niitä ovat **puolijänteinen lihas** (*m. semitendinosus*), **puolikalvoinen lihas** (*m. semimembranosus*) ja **kaksipäinen reisilihas** (*m. biceps femoris*). Ne ojentavat lonkkaa ja koukistavat polvea. Lisäksi reiden ulkosivulla on leveä **peitinkalvon jännittäjälihas** (*m. tensor fasciae latae*), joka kiinnittyy pitkällä jännekalvolla sääri- ja pohjeluuhun. Se vakauttaa polviniveltä ja osallistuu lonkkanivelen loitonnukseen.

Säären lihakset



Säären etuosassa ovat **etummainen säärilihas** (*m. tibialis anterior*) ja **varpaan pitkät ojentajat** (*m. extencor digitorum longus*), jotka nostavat jalkaterää ja liikuttavat varpaita. Jalkaterän ja varpaiden nostaminen kävellessä on näiden lihasten aikaansaamaa liikettä.

Pitkä ja lyhyt pohjelihas (*m. peroneus (fibularis) brevis/longus*) sijaitsevat jalan ulkosivulla, ja ne nostavat kävelemisen aikana jalkaterän ulkoreunaa. Liike estää ihmistä kompastumasta.

Säären takaosassa on **kolmiosainen pohjelihas** (*m. triceps surae*), joka koostuu **kaksoiskantalihaksesta** (*m. gastrocnemius*) ja **leveästä kantalihaksesta** (*m. soleus*). Kaksoiskantalihas ja leveä kantalihas yhdistyvät kantapäässä **akillesjänteeksi**, joka on elimistön vahvin jänne. **Kolmipäisen pohjelihaksen** toiminta saa aikaan nilkan suorituksen eli varpaille nousun.

Lihakset ja liikkuminen

Liikkuminen ja urheileminen vaikuttavat lihaksiin lisäämällä niiden voimaa ja kestävyyttä. Voimaharjoittelu tehostaa aktiinin ja myosiinin tuotantoa, jolloin lihas paksuuntuu ja saa lisää supistusvoimaa. Kestävyysharjoittelu ei suurenna lihasta, mutta se lisää lihaksen aineenvaihduntaa tihentämällä hiusverisuonistoa ja lisäämällä lihaksen mitokondrioiden määrää. Tällöin lihas pystyy työskentelemään tehokkaammin ja pidempään väsymättä.

Jos lihaksia ei käytetä, niiden koko ja voima alkaa pienentyä. Lihasmassa vähenee usein myös ikääntymisen myötä, mutta ikääntymisen aiheuttama lihasten surkastuminen on estettävissä säännöllisellä liikunnalla. Kipsatuissa raajoissa, jotka täytyy pitää liikkumattomina, lihakset alkavat surkastua jo muutamassa päivässä. Ne kuitenkin palautuvat, kun liikkuminen taas alkaa. Miehillä on suurempi lihasmassa kuin naisilla, koska mieshormoni eli testosteroni vaikuttaa lihasten kasvuun.

Puremalihakset

Hermostunut ihminen saattaa huomaamattaan jännittää poskilihaksiaan ja muita puremalihaksiaan. Myös öinen hampaiden narskuttelu saattaa ilmetä päänsärkynä, jota puremalihasten jännitys aiheuttaa.

TEHTÄVÄT

1. a) Olli oli laskettelemassa ja kaatui pahasti. Lääkäri tutki Ollin jalasta otetun röntgenkuvan ja totesi os fibulan murtuneen. Miten murtuma saattaa haitata Ollin elämää seuraavien kuukausien aikana?

b) Annika kompastui suunnistaessaan ja otti maasta tukea kaatuessaan. Lääkäri kertoi veneluun proksimaalisesta murtumasta. Miksi se oli huono uutinen luun paranemisen kannalta?

c) Juho teki jalkakyykkyliikkeitä kuntosalilla suurilla painoilla. Äkkiä hän tunsi alaselässään viiltävää kipua. Mitä selkärangassa saattoi tapahtua, ja minkälaisia seurauksia siitä saattaa olla?

2. Minkälaisista elintavoista ja ravinnosta on etua, jos haluat pitää luustosi ja lihaksesi hyvässä kunnossa?

3. Joonas teki jääkiekkotreeneissä tiukan yhtäkkisen käännöksen jäällä ja myöhemmin hän tunsi kipua takareidessään. Mitä Joonaksen reisilihakselle saattoi tapahtua?

CASE | VASTAUS

Kehoita potilasta nousemaan itse niin paljon, kuin mahdollista, tällöin hänen omat voimansa vahvistuvat. Pyydä potilasta ensin kääntymään kyljelleen, auta tarvittaessa. Sen jälkeen auta potilas istumaan sängyn reunalle, tue hartioista ja painamalla kevyesti hänen lantiotaan vuodetta vasten. Ota sitten käyntiasento, toinen jalka edessä, polvet hieman koukussa ja selkä suorassa. Nosta potilas lantiosta istumaan. Käytä mahdollisesti nostovyötä. Pyydä potilasta ottamaan pyörätuolin käsinojasta kiinni ja opasta hänet tuoliin istumaan. Näin et rasita itseäsi liikaa ja potilas saa tärkeää lihaskuntoa ylläpitävää aktivointia.

4

Sydän ja verenkierto

- Sydän on verenkierron aikaansaava kaksipuolinen pumppu.
- Veri kiertää verisuonissa, joita on kahdenlaisia: valtimoita ja laskimoita.
- Aortta ja siitä haarautuvat valtimot kuljettavat hapekkaan veren kaikkialle elimistöön. Veri palaa sydämeen laskimoita pitkin.
- Hiussuonet eli kapillaarit yhdistävät valtimot ja laskimot. Niistä muodostuu tiheä verkosto joka puolelle elimistöön.
- Iso verenkierto tarkoittaa sydämen vasemmalta puolelta lähtevää verenkiertoa koko kehoon.
- Pieni verenkierto vie hiilidioksidipitoista verta sydämen oikealta puolelta keuhkoihin.

CASE | Mitä teet?

Toimit lähihoitajana kotipalvelussa. Menet aamulla ensimmäisen asiakkaan luokse. Asiakas valittaa hengenahdistusta, rintakipua ja huonoa oloa. Hän on kasvoiltaan harmaan kalpea ja kylmänhikinen. Mikä vaiva asiakkaalla on, ja miten toimit, jos hän tuupertuu lattialle eikä hengitä normaalisti?

systole
sydämen työvaihe
diastole
lepovaihe
kapillaari
hiusverisuoni
aortta
suurin valtimo
onttolaskimot
suurimmat laskimot
sinussolmuke
sydämen tahdistin

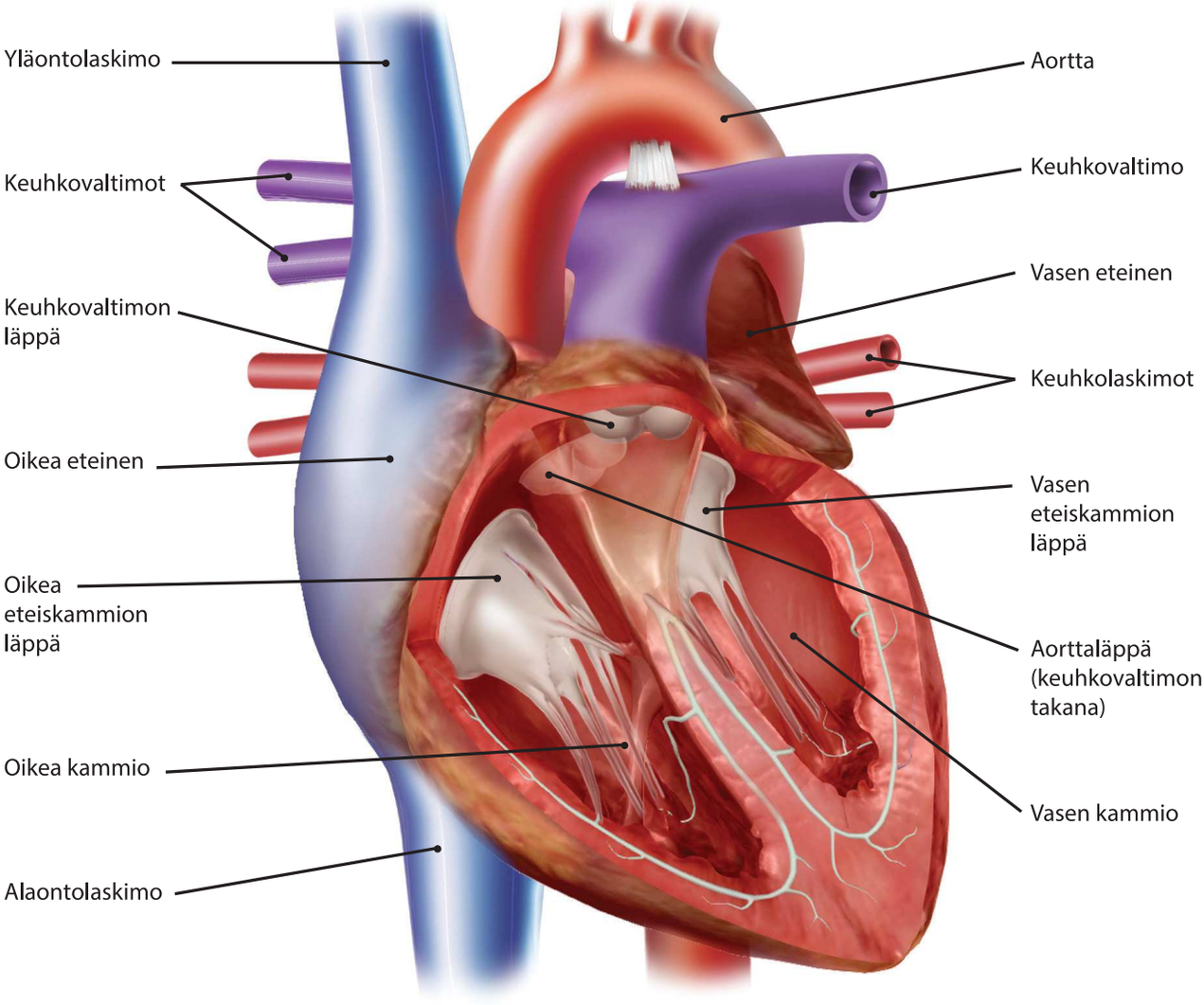
Sydämen rakenne

Sydän sijaitsee rintaontelossa, kylkiluiden ja rintalastan suojaamana, välikarsinassa. Sydän on sydänlihasta, ja sydänlihassolut ovat kytkeytyneet toisiinsa verkkomaisesti. Tämä mahdollistaa sydänlihassolujen lähes samanaikaisen supistumisen systole- eli työvaiheessa. Sydänlihassolut saavat sinussolmukkeesta supistumiskäskyn. Sinussolmuke on sydämen tahdistin, jossa syntyy sähköinen impulssi. Sydänlihassoluihin sähköinen impulssi leviää johtoratoja pitkin, ja se saa sydänlihaksen solut supistumaan, jolloin sydän ”lyö” eli työntää verta eteenpäin.

Sydämessä on kaksi toisistaan väliseinän erottavaa puolta: vasen ja oikea puoli. Kumpikin sydämen puoli vastaa itsenäisesti pumppaustoiminnastaan. Kummallakin puolella sydämessä ovat eteiset sekä kammiot, joten sydämessä on yhteensä neljä

osaa. Eteiset ovat pienempiä kuin kammiot, ja ne sijaitsevat kammioiden päällä. Eteisistä käytetään myös nimitystä sydänkorvake. Eteisten ja kammioiden välissä ovat eteiskammioläpät, joiden tehtävänä on ohjata verenkulkua oikeaan suuntaan. Läppien liikkeestä syntyy ääni, joita voi kuunnella stetoskoopilla.

Sydän, verisuonet ja verenkierto

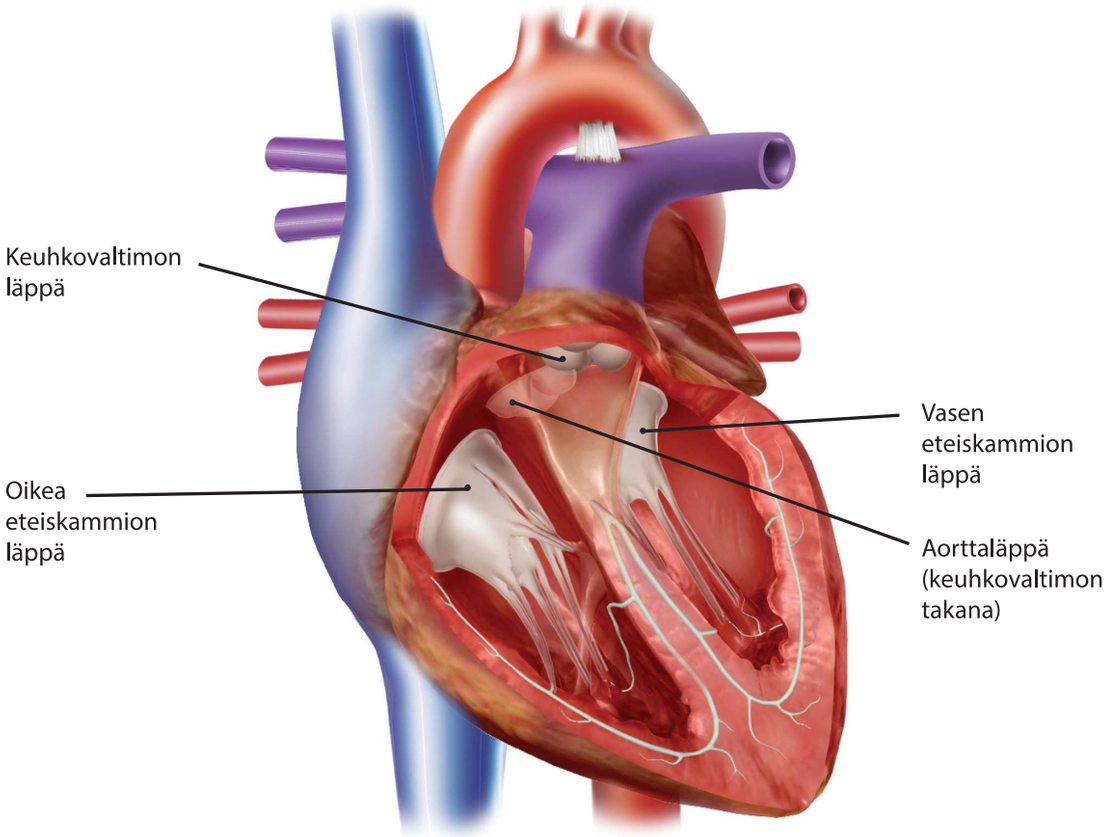


Sydän on verenkierron aikaansaava moottori, jonka tehtävänä on pumpata verta verisuoniin ja siten koko kehoon. Sydän alkaa sykkiä jo kuusiviikkoisessa ihmisen alkiossa, ja se sykkii siitä lähtien koko elämän ajan. Sydän symboloi rakkautta, hyvyyttä ja ystävyyttä niin länsi- kuin itämaisessakin kulttuurissa. Lisäksi voimakkaat tunteet liitetään sydämeen, vaikka luonnontieteen oppien mukaan tunteet syntyvät aivoissa. Sydänsuruilla tarkoitetaan epäonnea rakkaudessa, ja ne voivat tutkitusti aiheuttaa niin sanotun särkyneen sydämen oireyhtymän eli rytmimuutoksia tai sydänkohtauksen kaltaisia oireita.

Sydämen läpät

Sydämessä on neljä läppää:
eteisten ja kammioiden välillä purjeläpät ja valtimoiden ja kammioiden välissä taskuläpät.

Eteis-kammioläpät ovat rakenteeltaan purjeläppiä. Nimitys tulee läpän purjemaisesta vaikutelmasta. **Vasenta eteis-kammioläppää** kutsutaan myös hiippaläpäksi eli mitraaliläpäksi. **Oikean eteis-kammioläppää** taas kutsutaan kolmiliuskaläpäksi eli trikuspidaali-läpäksi. Läppien tehtävänä on ohjata verta oikeaan suuntaan.

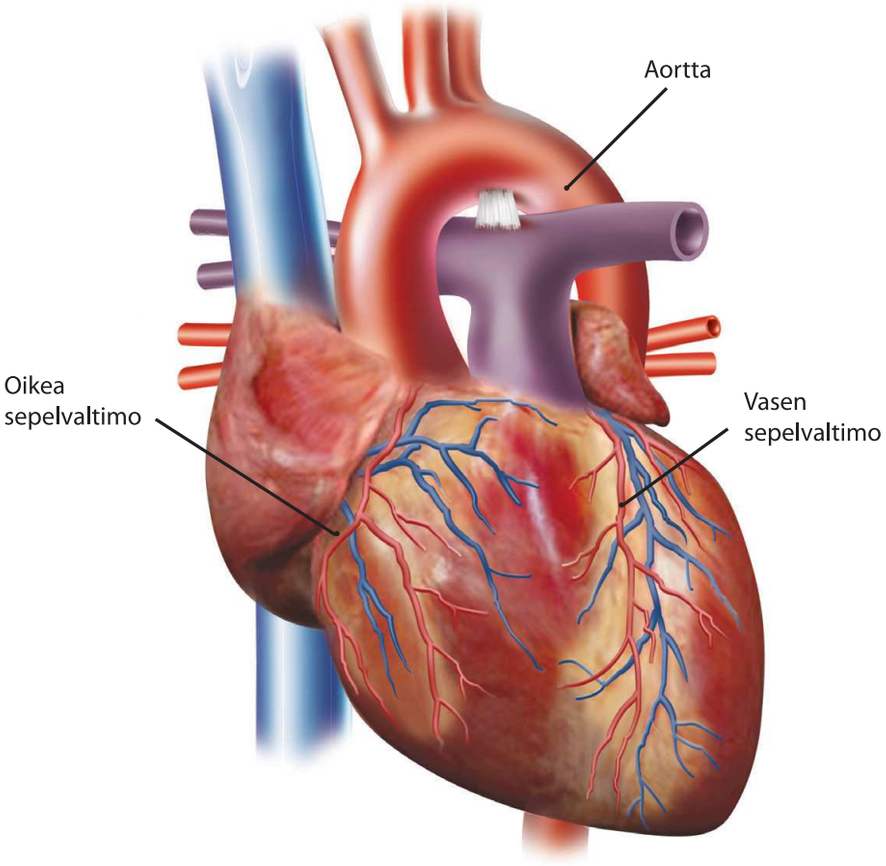


Eteis-kammioläppien lisäksi sydämessä on kaksi **kammio-valtimo-läppää**, jotka ovat rakenteeltaan taskuläppiä. Läppien rakenteessa on taskumainen rakenne.

Aortan suulla on **aorttaläppä**.

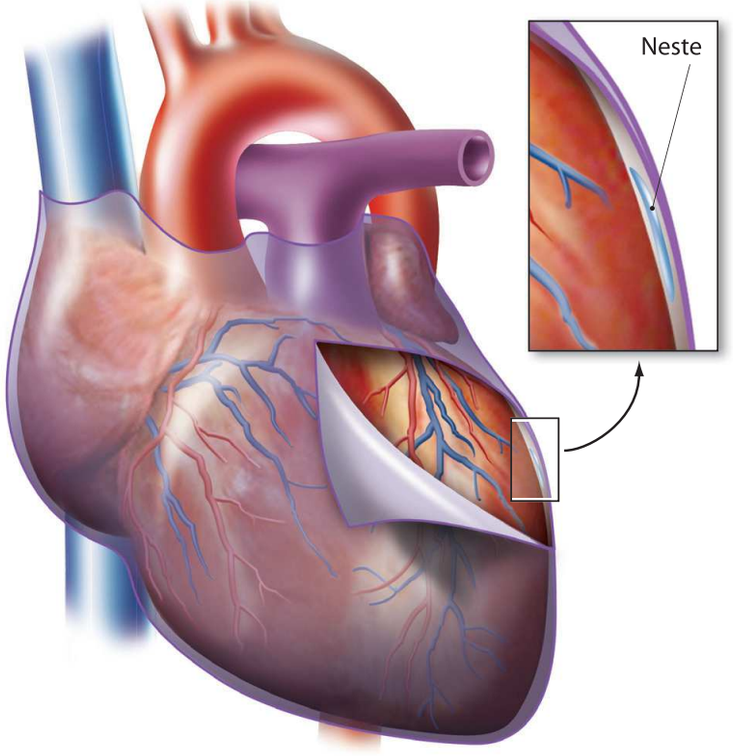
Sydämen oikealla puolella on kammion ja keuhkovaltimon tyvessä **keuhkovaltimoläppä**.

Sepelvaltimot



Sydämen omasta verensaannista huolehtivat **sepelvaltimot** ja **laskimot**, jotka kuljettavat sydänlihakselle itselleen happea ja ravinteita ja poistavat kuona-aineita. Valtimoiden kovettumistaudin eli ateroskleroosin seurauksena voi syntyä ahtaumia tai tukoksia sepelvaltimoihin, jolloin sydänlihas joutuu hapen puutteeseen tai voi syntyä jopa kuolio eli infarkti.

Sydänpussi

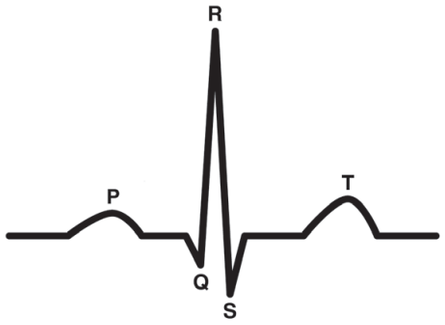


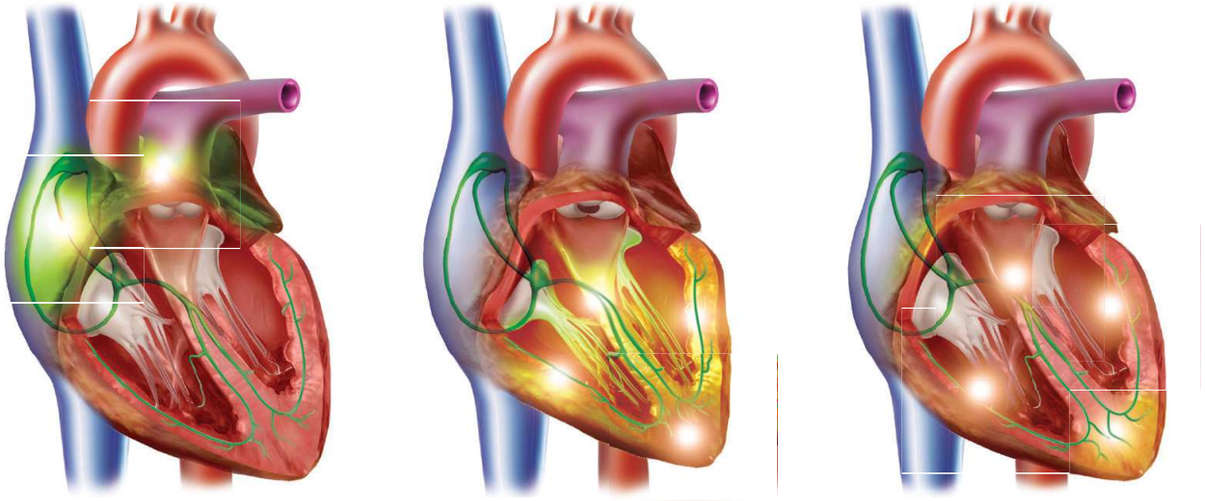
Sydäntä ympäröi kaksinkertainen **sydänpussi**, jonka sisempi osa on kiinni sydänlihaksessa ja ulompi osa sydäntä ympäröivissä kudoksissa. Pussin lehdyköiden välissä on voitelunestettä, joka vähentää sydämen pumppauksesta syntyvää kitkaa.

Sydämen toiminta

Sydän sykkii sinussolmukkeen ja autonomisen hermoston antaman sähköisen toiminnan varassa. Sydämen toimintakierto jaetaan supistumisvaiheeseen, systoleen, jossa sydän pumppaa verta eteenpäin, ja lepovaiheeseen, diastoleen, jossa sydän täyttyy verestä. Vaikka lepovaihetta kerrallaan kestää vain hetken, sydän ehtii levätä vuorokauden aikana kaikkiaan noin neljä tuntia. Liiallinen stressi lisää sydämen lyöntitiheyttä, jolloin lepäämiseen jää vähemmän aikaa ja sydän altistuu vaurioille.

Sydänlihassolut saavat supistumiskäskyn sinussolmukkeesta, ja johtorataa pitkin supistumiskäsky siirtyy koko sydämeen. Jos sydämen irrottaisi muusta kehosta, se jatkaisi sinussolmukkeen toiminnan takia vielä hetken pumppaamistaan. Sinussolmukkeen antama perusrytmi on noin 100 lyöntiä minuutissa, ja sitä säätelee autonominen hermosto. Autonomisen hermoston vaikutus siis välittyy sinusrytmiin tarvittaessa joko kiihdyttävästi tai rauhoittavasti. Leposyke on alhaisempi, noin 60 kertaa minuutissa, ja toisaalta rasituksessa sydän voi sykkiä yli 200 kertaa minuutissa.

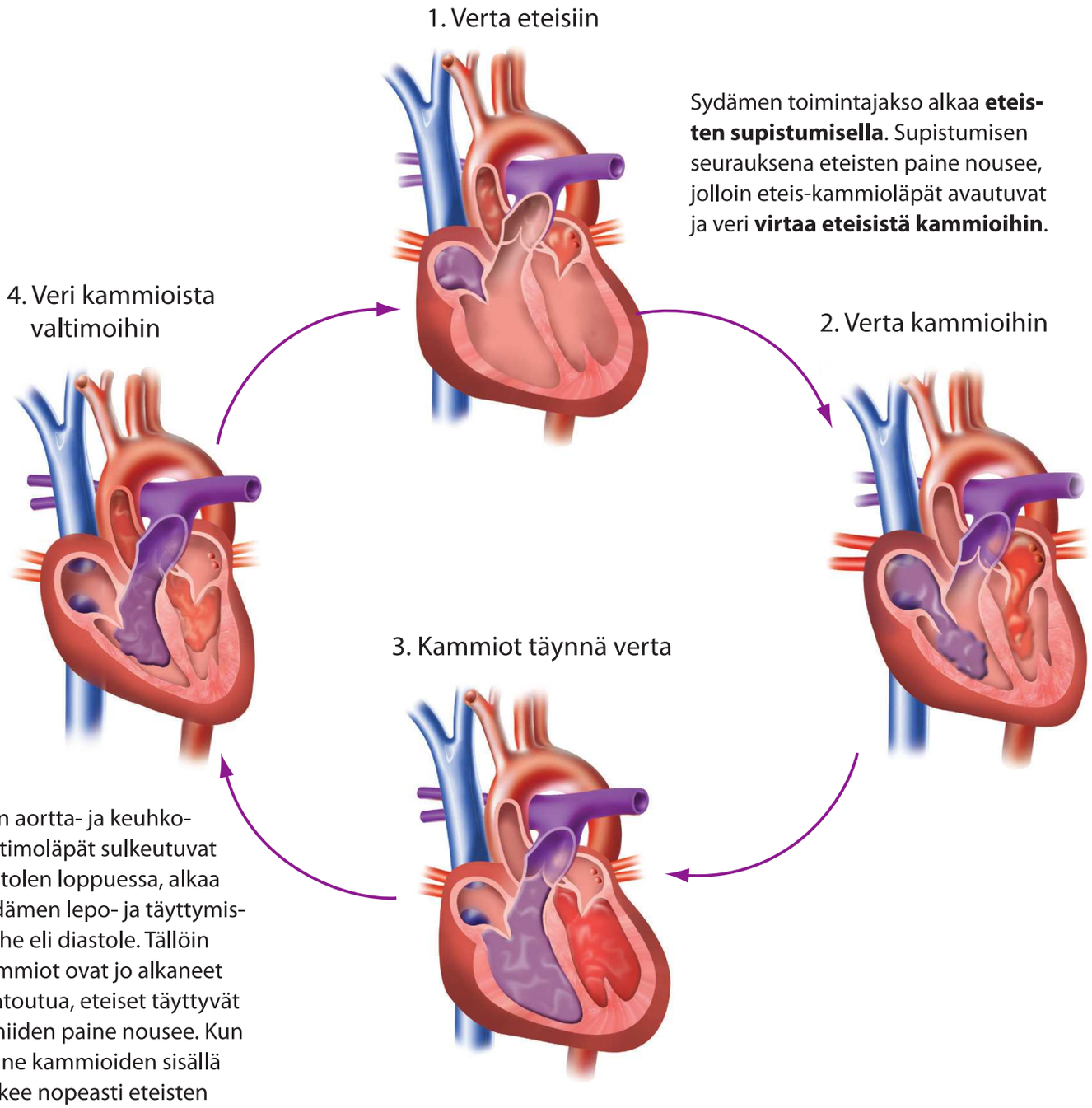




P-vaihe QRS-vaihe T-vaihe

Sydämen sähköistä toimintaa voidaan seurata EKG:n eli elektrokardiogrammin, sydänsähkökäyrän, avulla. EKG-laite mittaa ihon päältä sydämen sähkövirtaukset. Lopputuloksena on laitteen piirtämä käyrä, johon rytmihäiriöt ja muut sydämen sairaudet aiheuttavat tunnusomaisia muutoksia. Sydämen toimintakierto perustuu paine-eroihin, jotka johtuvat kammioiden supistumisesta ja laajenemisesta, sekä läppiin, jotka estävät veren kulkeutumisen väärään suuntaan.

Sydämen toimintavaiheet



Sydämen toimintajakso alkaa **eteisten supistumisella**. Supistumisen seurauksena eteisten paine nousee, jolloin eteis-kammioläpät avautuvat ja veri **virtaa eteisistä kammioihin**.

Eteisten supistumista seuraa **kammioiden supistuminen**. Supistuminen nostaa kammioiden paineen niin ylös, että eteis-kammioläppien purjeet painuvat kiinni. Tämän seurauksena kammioiden paine nousee niin korkeaksi, että aortta- ja keuhkovaltimoiden läpät avautuvat ja **veri pääsee virtaamaan kammioista valtimoihin**. Tästä alkaa kammioiden tyhjenemisvaihe. Kammioiden tyhjentyessä ja samalla supistuksen päättyessä niiden paine laskee niin, että aortta - ja keuhkovaltimoiden läpät sulkeutuvat ja systole päättyy.

Kun aortta- ja keuhkovaltimoläpät sulkeutuvat systolen loppuessa, alkaa sydämen lepo- ja täyttymisvaihe eli diastole. Tällöin kammiot ovat jo alkaneet rentoutua, eteiset täyttyvät ja niiden paine nousee. Kun paine kammioiden sisällä laskee nopeasti eteisten paineiden alapuolelle, eteis-kammioläpät avautuvat ja **veri virtaa kammioihin**. Diastolen lopussa eteisten supistuminen vielä tehostaa kammioiden täyttymistä.

Verisuonet

Veri kiertää suljetusti verisuonissa: valtimoissa, laskimoissa sekä hiussuonissa eli kapillaareissa. Sydän pumppaa veren valtimoihin. Valtimoiden seinämät ovat rakenteeltaan vahvoja ja kimmoisia, ja niiden tehtävänä on ylläpitää verenpainetta ja veren virtausta. Suurin valtimo on nimeltään aortta.

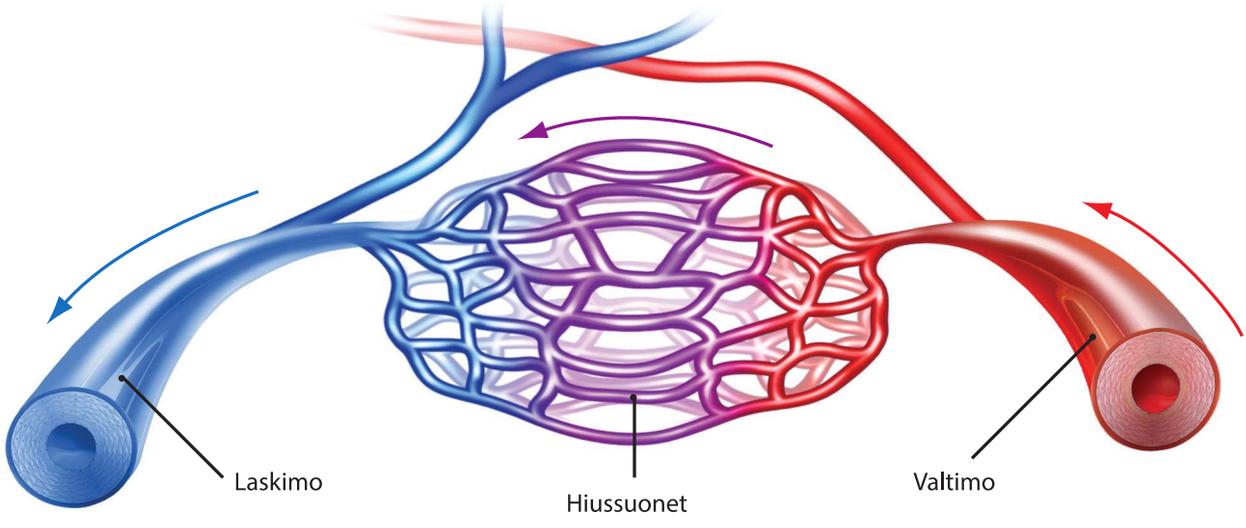
Valtimot ovat paksuseinäisiä, ja niissä on korkea verenpaine. Veri virtaa valtimoissa nopeasti. Laskimot taas ovat ohutseinäisempiä ja löysempiä, minkä vuoksi veren virtaus niissä on hitaampaa. Sydämestä lähdettyään valtimot haaroittuvat yhä pienemmiksi suoniksi, kunnes ne muuttuvat läpimitaltaan hyvin ohuiksi hiussuoniksi. Hiussuonet ovat läpimitaltaan niin pieniä, että verisolut kulkevat niissä jonossa. Hiussuonten seinämät ovat vain yhden solukerroksen paksuisia, joten aineet (esim. happi ja hiilidioksidi) pääsevät siirtymään kudosten ja veren välillä niiden läpi. Tämän vuoksi hiussuoniverkosto on erittäin tiheä ja hiussuonia on kaikkialla elimistössä. Hiussuonet yhdistävät valtimot laskimoihin.

Hiussuonista veri virtaa takaisin sydämeen laskimoita pitkin. Suurimmat laskimot ovat onttolaskimot. Ne tuovat verta sekä sydämen yläpuolelta (yläonttolaskimo, *vena cava superior*) että alapuolelta (alaonttolaskimo, *vena cava inferior*). Suures-

Tiesitkö, että jos kaikki ihmisen sisällä olevat verisuonet laitettaisiin jonoon, saataisiin yli 100 000 km pitkä pätkä? Verisuonisto on siis todella tiheä verkosto.

sa osassa kehoa laskimoiden veri palaa takaisin sydämeen vastoin painovoimaa, alhaalta ylöspäin. Lisäksi laskimoissa vallitseva verenpaine on suhteellisen matala. Jotta veri kulkisi oikeaan suuntaan, laskimoissa on laskimoläppiä, jotka estävät veren kulkua väärään suuntaan. Lisäksi luustolihasten toiminta edistää veren palautumista sydämeen. Iholaskimot ovat nähtävissä sinertävinä suonina ihon pinnalla koko kehossa. Suonensisäinen lääkitys annetaan ja verinäytteet otetaan iholaskimoista. Joskus iholaskimoiden läpät alkavat vuotaa, mikä voi johtaa pinnallisten suonikohjujen kasvamiseen.

Verinäytteet otetaan käsivarren iholaskimoista, koska ne sijaitsevat pinnalla.



Hiussuonet eli kapillaarit yhdistävät valtimot ja laskimot. Hiusverisuonisto muodostaa tiheän verkoston koko kehoon.

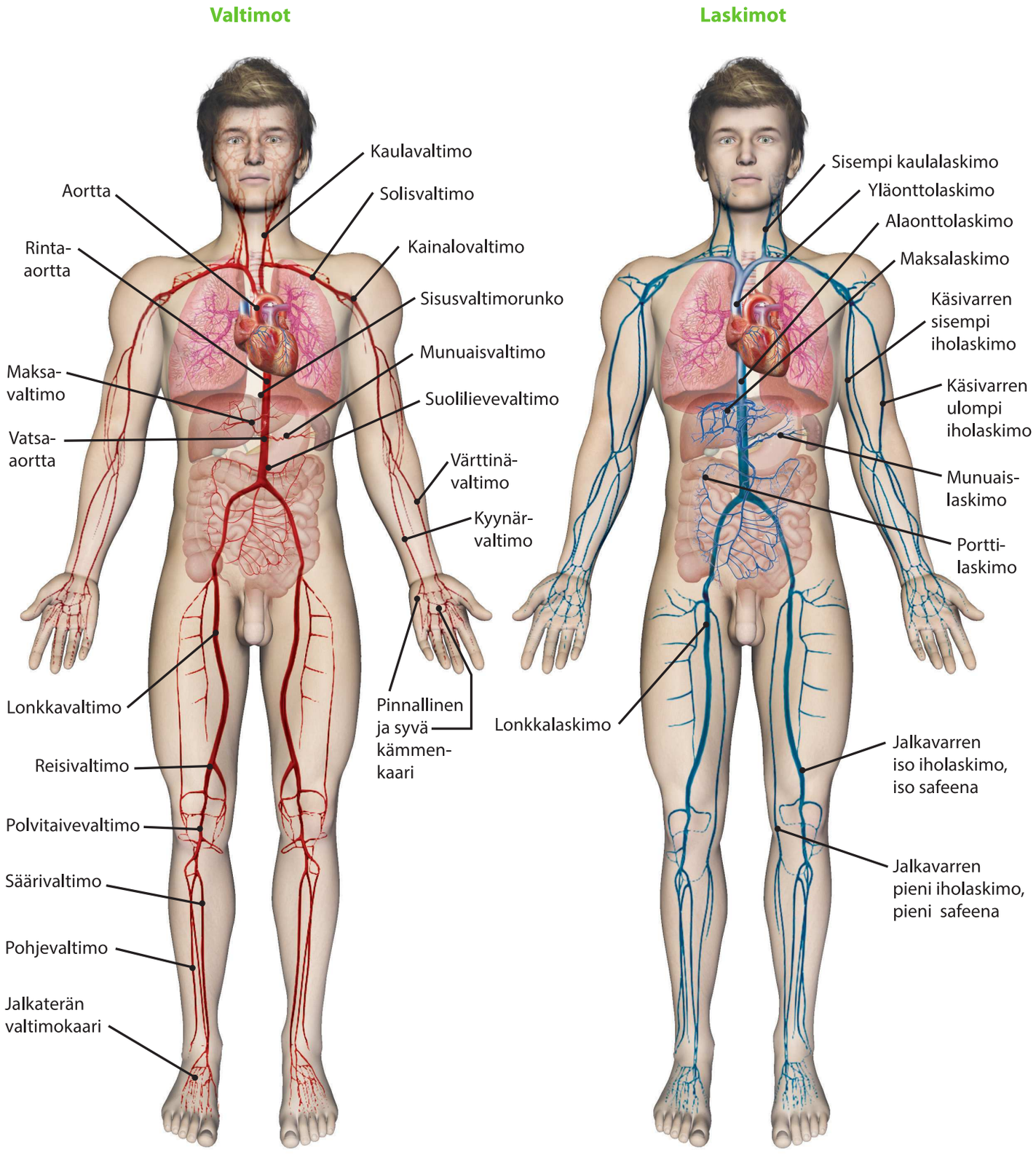
Tärkeimmät verisuonet

Suurin valtimo, **aortta**, alkaa sydämen vasemmasta kammiosta, kaartuu alaspäin ja kulkee rintaontelossa palleaan asti, jossa sitä kutsutaan rinta-aortaksi. Aortankaaresta haarautuvat kaulavaltimot ja solisvaltimot. Kaulavaltimot vievät verta pään alueelle, myös aivoihin. Solisvaltimosta haarautuu ensin nikamavaltimo, joka vie verta aivoihin. Sen jälkeen solisvaltimo jatkuu käsivarsiin olkavaltimona. Olkavaltimo jakaantuu kyynärtaipeen kohdalla värttinävaltimoksi (peukalon puolella) ja kyynärvaltimoksi. Edelliset yhtyvät kämmenen alueella kahdeksi yhdyskaareksi: pinnalliseksi ja syväksi kämmenkaareksi, joista lähtee valtimot sormiin.

Rinta-aortasta haarautuvat ensin kylkivaltimot, jotka johtavat kylkien lihaksiin, henki- ja ruokatorviin ja keuhkoihin. Pallean alapuolella sijaitsevaa aortan osaa sanotaan vatsa-aortaksi. Siitä haarautuu ensin maksavaltimo sen jälkeen suolilievevaltimot, jotka vievät verta suolistoon ja viimeisenä parilliset munuaisvaltimot. Lannenikamien kohdalla aortta haarautuu kahdeksi yhteiseksi lonkkavaltimoksi. Lonkkavaltimo kulkee nivussiteen alta ja muuttuu sen kohdalla reisivaltimoksi. Reisivaltimo taas jatkuu polven kohdalla polvitaivevaltimona ja jakaantuu säärivaltimoiksi (etummainen ja takimmainen säärivaltimo). Takimmaisesta haarautuu pohjevaltimo, joka vie verta pohkeeseen. Säärivaltimoista veri kulkee jalkaterän valtimokaariin.

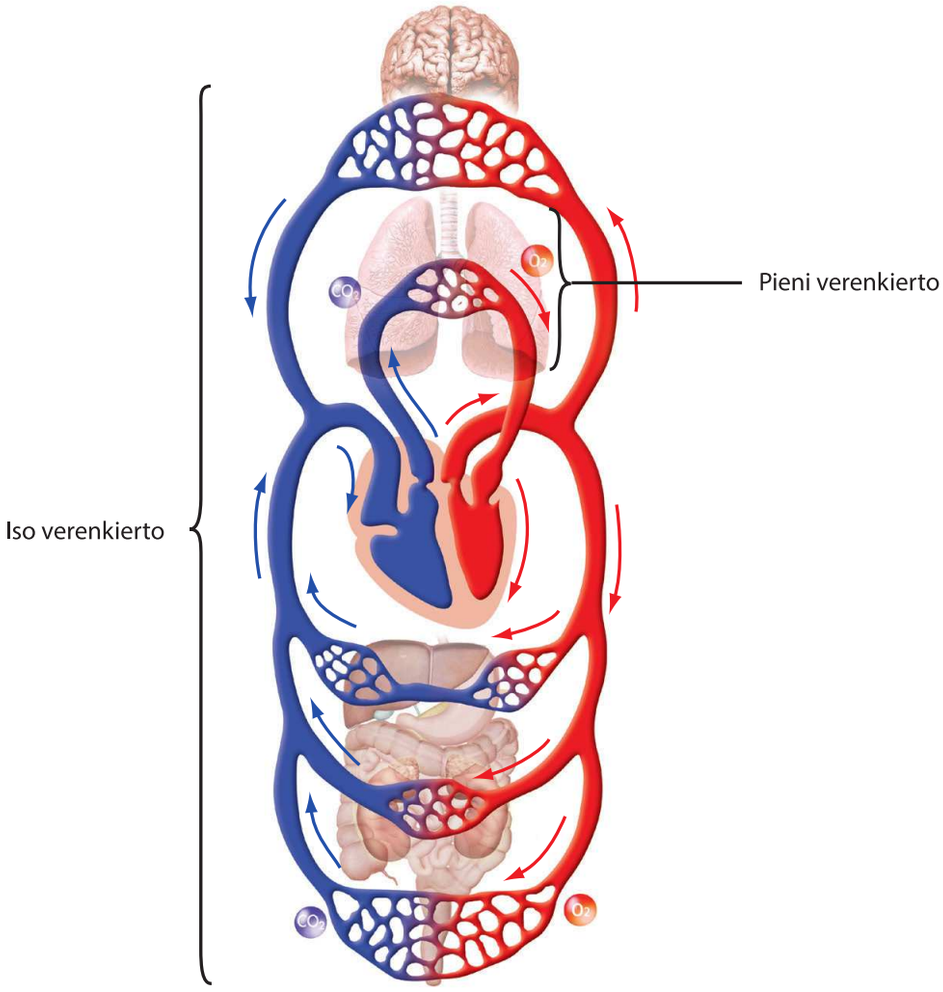
Laskimot seuraavat valtimoita, ja niiden nimet ovat usein valtimoiden nimiä vastaavat. Tästä säännöstä on kuitenkin poikkeuksia: yläonttolaskimo ja alaonttolaskimo, jotka tuovat laskimoverta sydämeen. Kaulan tärkein laskimo kulkee kaulavaltimon seurassa ja on nimeltään sisempi kaulalaskimo. Siihen tuovat verta muun muassa tärkeimmät kallonsisäiset laskimot. Ruoansulatuskanavasta maksaan johtavaa iso laskimo on porttilaskimo, eikä sillä ole vastaavaa valtimoa. Iholaskimoiden verkko on tärkeä lämmönsäätelyssä, ja se ulottuu kaikkialle. Tärkeimpiä ovat käsivarren ulompi ja sisempi iholaskimo. Näistä suonista otetaan yleensä verinäytteet, ja suonensisäinen lääkitys annetaan iholaskimoihin. Alaraajoissa ovat isosafeena eli jalkavarren iso iholaskimo, joka kulkee jalan sisäsivua, ja pikkusafeena eli jalkavarren pieni iholaskimo, joka laskee syvään laskimoon polvitaipeessa.

Tärkeimmät verisuonet



Iso ja pieni verenkierto

Iso ja pieni verenkierto



Ihmisen verenkierto on järjestäytynyt kahteen osaan: isoon ja pieneen verenkiertoon. **Sydämen vasen kammio pumppaa veren suureen verenkiertoon** eli ääreisverenkiertoon, josta veri palautuu laskimoiden kautta sydämen oikeaan eteiseen ja edelleen oikeaan kammioon. **Oikea kammio pumppaa veren keuhko-verenkiertoon**, josta käytetään myös nimitystä pieni verenkierto. Siinä veri kiertää keuhkovaltimoiden, keuhkorakkuloiden pinnalla olevien hiussuonten ja keuhkolaskimoiden kautta sydämen vasempaan eteiseen.

Verenpaine

Sydämen pumppaustoiminta saa aikaan verenpaineen, jota suurimmat valtimot ylläpitävät. Veri virtaa aina korkeamman paineen alueelta matalamman paineen alueelle. Verenpaineen ansiosta veri nousee painovoimaa vastaan. Esimerkiksi pystyasennossa veri virtaa sydämestä aivoihin, ylöspäin.

Veri kulkee siis isossa verenkierrossa aortasta pienempiin valtimoihin ja edelleen hiussuoniin ja lopulta laskimoihin. Verenpaineeseen vaikuttaa myös verisuonten tila. Virratessaan suonissa veri tarttuu jonkin verran verisuonten seinämiin, jolloin syntyy verenkierron ääreisvastus. Esimerkiksi valtimoiden kovettumistauti eli ateroskleroosi voi ahtauttaa valtimoita ja siten nostaa verenpainetta. Tauti johtuu valtimoiden sisäpinnan alle vuosien mittaan kertyneestä veren plakista, joka muodostuu kolesterolista ja kalsiumista. Myös ikääntyminen nostaa verenpainetta, koska valtimoiden kimmoisuus pienenee vanhemmiten.

Verenpaineen ääreisvastus hidastaa veren virtausta suurista valtimoista. Siihen vaikuttaa esimerkiksi verisuonien läpimitta: mitä kapeampi suoni on, sitä suurempi myös vastus on. Paineheijaste säätelee verenpainetta siten, että se muuttaa sydämen lyöntitiheyttä ja supistaa tai laajentaa verisuonia esimerkiksi silloin, kun ihminen nousee makuulta pystyyn. Pyörtyminen voi johtua verisuonten laajenemisesta, jolloin ääreisvastustus häviää. Lämpötilallakin on vaikutuksensa verenpaineeseen: lämpö laajentaa verisuonia, mutta kylmä puolestaan supistaa niitä.

Verenpaine tarkoittaa siis ihmisen suurimmissa valtimoissa olevaa painetta. Verenpaine muodostuu kahdesta arvosta: ylä- ja alapaineesta. Suurimmillaan verenpaine on sydämen puristaessa verta val-

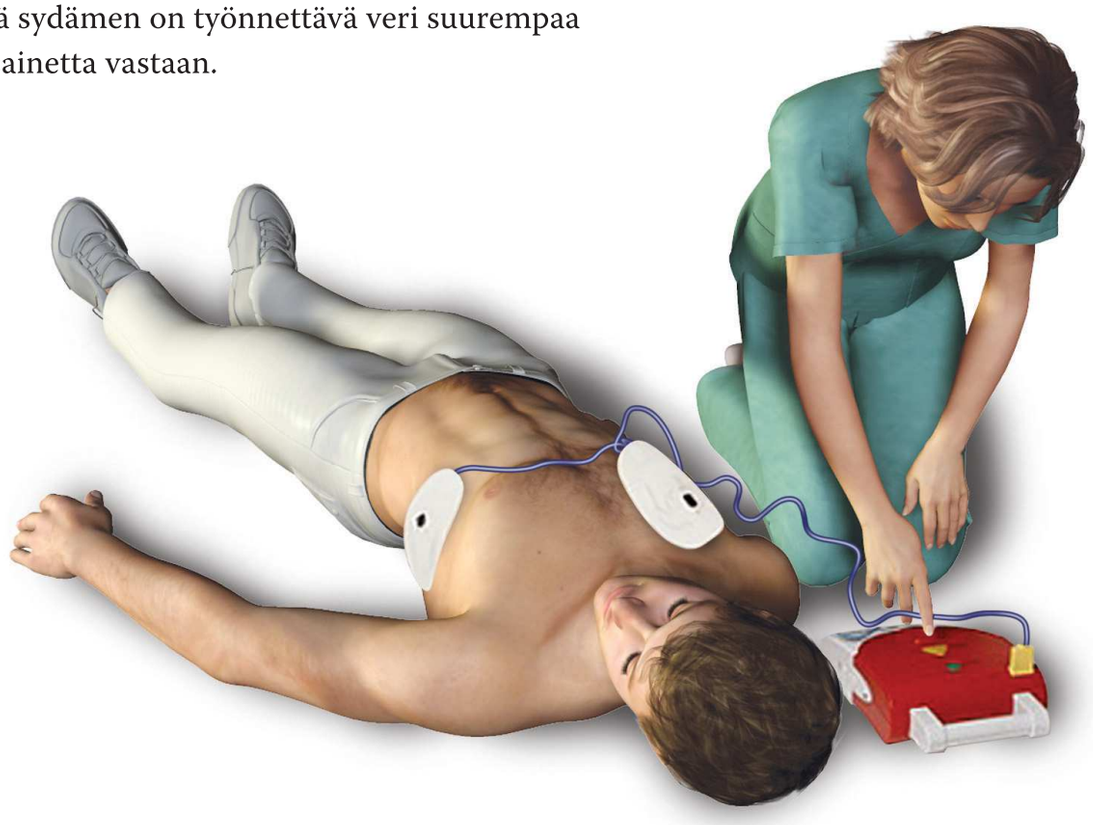
Verenpaineen mittaus automaattisella verenpainemittarilla. Normaali verenpaine on alle 120/80 mmHg, tyydyttävä verenpaine 130–139/85–89 ja kohonnut verenpaine 140/90 tai yli.

timoihin. Tätä kutsutaan yläpaineeksi eli systoliseksi paineeksi. Alimmillaan paine on supistusten välissä, jolloin sydän lepää. Tätä kutsutaan alapaineeksi eli diastoliseksi verenpaineeksi.

Verenpaine ilmoitetaan muodossa systolinen/diastolinen mmHg (elohopeamillimetriä). Normaali verenpaine aikuisella lepotilanteessa on noin 120/80 mmHg. Verenpaine voi kohota normaalisti monestakin syystä. Esimerkiksi runsas kahvin juominen ja tupakointi nostavat hetkellisesti verenpainetta. Verenpaine kohoaa myös fyysisissä ponnistuksissa, jännitettäessä ja stressin seurauksena. Verenpaine vaihtelee normaalisti myös vuorokauden eri aikoina. Lepo ja erityisesti nukkuminen laskevat verenpainetta. Jatkuvasti koholla oleva verenpaine rasittaa sydäntä, koska sen myötä sydämen on työnnettävä veri suurempaa painetta vastaan.

Sydämen tilavuudet

Sydämen yhdellä supistuksella eli systolessa pumppaamaa verimäärää kutsutaan iskutilavuudeksi. Aikuisen ihmisen vasemman ja oikean kammion iskutilavuus on levossa keskimäärin 70 millilitraa. Jos iskutilavuus kerrotaan sykkeellä, saadaan sydämen minuutissa pumppaama verimäärä eli sydämen minuuttitilavuus. Tätä suuretta käytetään usein tehohoitopotilaiden tilan seurannassa. Aikuisen sydämen minuuttitilavuus on noin 5 l/min.



Neuvova defibrillaattori on laite, joka tunnistaa automaattisesti sydämen häiriötilat, joihin sähköiskuja voidaan antaa. Iskut ohjataan sydänlihakseen rintakehälle liimattavien elektrodien kautta. Laite opastaa käyttäjää vaihe vaiheelta ääni- ja valomerkein.

CASE | VASTAUS

Elvytys

Asiakkaallasi on todennäköisesti sydänkohtaus. Valtimotukoksen aiheuttama sydäninfarkti on aina hengenvaarallinen ja vaatii hoitoa. Sydänkohtauksen aiheuttaa usein sepelvaltimon tukkeutuminen. Sepelvaltimotauti on erittäin merkittävä terveysongelma Suomessa: sen hoitoon kohdentuu noin 10 % terveydenhuollon voimavaroista. Suomen sairaaloissa hoidetaan vuodessa noin 10 000 sydäninfarktipotilasta. Mitä kauemmin suonen verenkierto on estynyt, sitä suuremmiksi vauriot kasvavat. Kaikkien lähihoitajien tulee hallita peruselvytys ja neuvovan defibrilaattorin käyttö.

Painelu-puhalluselvytys eli PPE tulee aloittaa välittömästi, kun todetaan ihmisen elottomuus tai kun ihminen ei hengitä normaalisti. Elvytys tapahtuu rytmillä 30 painallusta, 2 puhallusta. Mahdollisimman nopeasti pyritään myös aloittamaan varhainen defibrilointi eli sydämen ulkopuolinen tahdistaminen, antamalla sähköisku. Potilaan selviytyminen kammiovärinästä on suoraan verrannollinen siihen, kuinka nopeasti ensimmäinen isku on annettu. Kammiovärinästä selviäminen heikkenee 10–12 % jokaisen minuutin aikana. Ilman tehokasta PPE:tä kammiovärinä muuttuu asystoleksi, sydänpysähdykseksi, jo 10–15 minuutin kuluessa. Jos sydämen rytmi on mennyt asystoleen, defibrilointia ei voida enää suorittaa. Usein luullaan, että defibrilointi käynnistää sydämen, mutta itse asiassa se pysäyttää värinässä olevat sydänlihassolut, jotta sydämen oma tahdistus voi käynnistyä.

TEHTÄVÄT

1. Tiettyjä lääkeaineita ja nesteitä infusoidaan suoraan laskimoverenkiertoon. Kirjoita, miten kämmenselän laskimoihin infusoitu lääkeaine kulkeutuu aivojen hiussuonistoon.
2. Pohdi parisi kanssa, milloin sydämen syke suurenee. Mikä siihen vaikuttaa?
3. Mitä verenpaineelle tapahtuu saunasta kylmään veteen mennessä?
4. Mitä teet, jos kohtaat tajuttoman ihmisen, joka ei hengitä normaalisti?

5

Veri ja elimistön puolustus-järjestelmät

- Veri on nestemäistä kudosta, joka koostuu verisoluista ja plasmasta.
- Plasma on pääosin vettä. Verisoluja on kolmenlaisia: punasoluja, valkosoluja ja verihiutaleita.
- Aikuisessa ihmisessä on noin 4–5 litraa verta. Veren tärkein tehtävä on kuljettaa happea ja hiilidioksidia, mutta se kuljettaa myös ravintoaineita, hormoneja ja kuona-aineita. Veressä syntyvät myös puolustusreaktiot taudinaiheuttajia vastaan.
- Luonnolliseen puolustukseen kuuluu elimistön rakenteita ja olosuhteita, jotka estävät taudinaiheuttajien kasvua.
- Hankinnainen vastustuskyky perustuu valkosolujen toimintaan.

CASE | Mitä teet?

Työskentelet lasten syöpäosastolla. Osastolla on potilaana 6-vuotias Suvi, joka sairastaa leukemiaa. Suvin puolustuskyky on heikentynyt leukemian takia huomattavasti. Koska hänellä on suuri vaara saada erilaisia infektioita, hänet on siirretty eristyshuoneeseen. Miten toimit oikeaoppisesti, kun menet hoitamaan Suvia?

Veri

Veren koostumus

Veri koostuu plasmasta eli verinesteestä ja verisoluista. Plasmassa on vettä ja siihen liuenneita aineita, kuten suoloja, joita kutsutaan elektrolyyteiksi. Natrium on suoloista yleisin. Jos ihmiselle annetaan suonensisäisesti nestettä, sen tulee sisältää 0,9 % suolaa, kuten plasmassakin on. Nestettä kutsutaan fysiologiseksi suolaliuokseksi. Muita elektrolyyttejä ovat kalium, kloridi ja kalsium sekä fosfaatti ja magnesium.

Plasma sisältää myös erilaisia valkuaisaineita eli proteiineja. Niitä ovat esimerkiksi albumiini ja fibrinogeeni. Albumiinilla on tärkeä tehtävä veressä, koska se sitoo itseensä vettä ja siten estää verta imeytymästä kudoksiin. Se siis ylläpitää veren kolloidiosmoottista painetta. Fibrinogeeni puolestaan osallistuu veren hyytymiseen. Lisäksi veren proteiineja ovat muun muassa globuliinit, joista osa on vasta-aineita eli immuno-

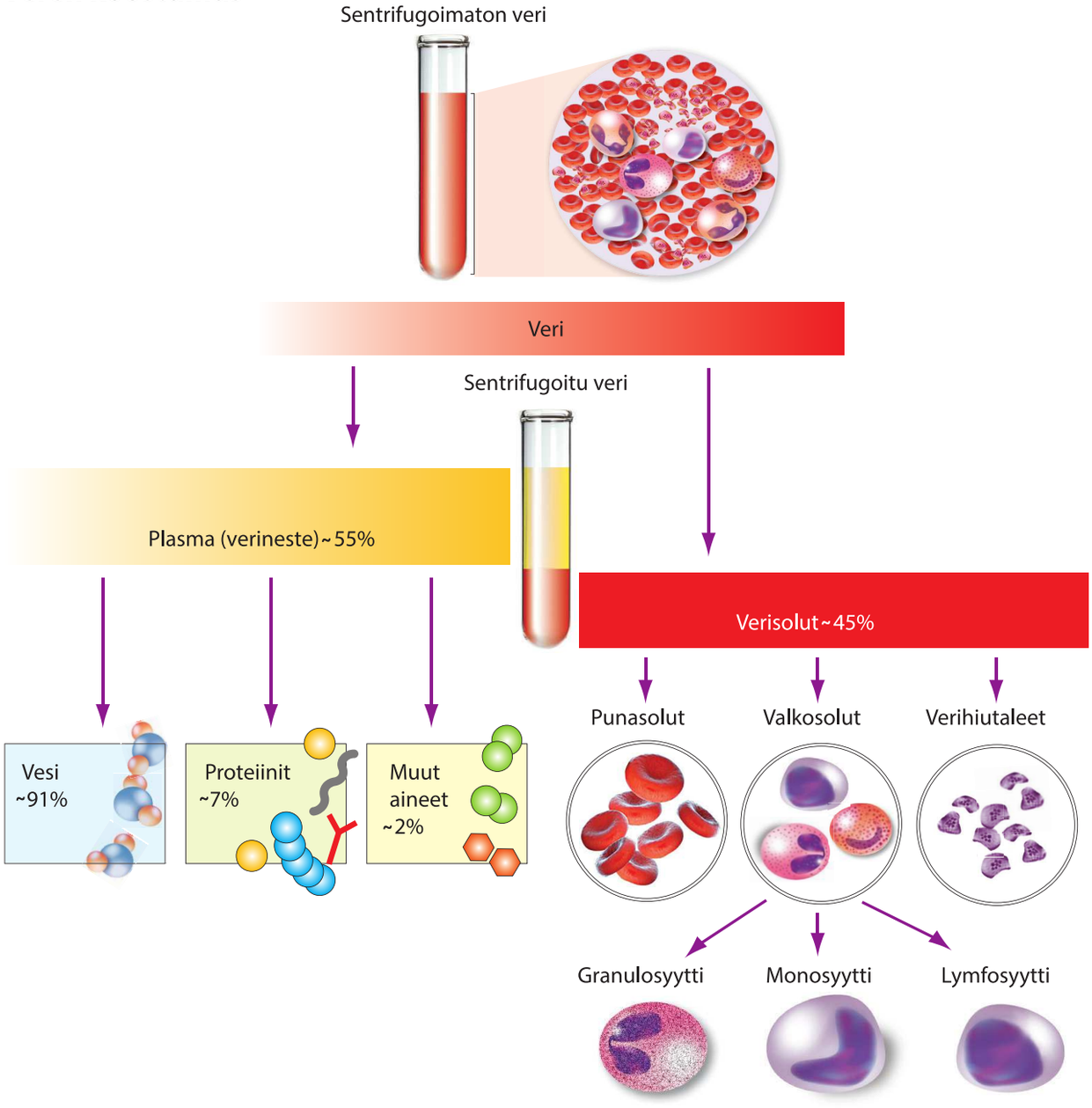
globuliineja. Plasmaa, josta on poistettu hyytymistekijät, kutsutaan seerumiksi.

Plasma kuljettaa mukanaan glukoosia solujen ravinnoksi. Plasmaan liuenneina on myös muita ruoansulatuskanavasta imeytyneitä aineita, kuten aminohappoja ja rasvahappoja. Lisäksi plasmassa kuljetetaan hormoneja ja kuona-aineita.

Kolloidiosmoottinen paine

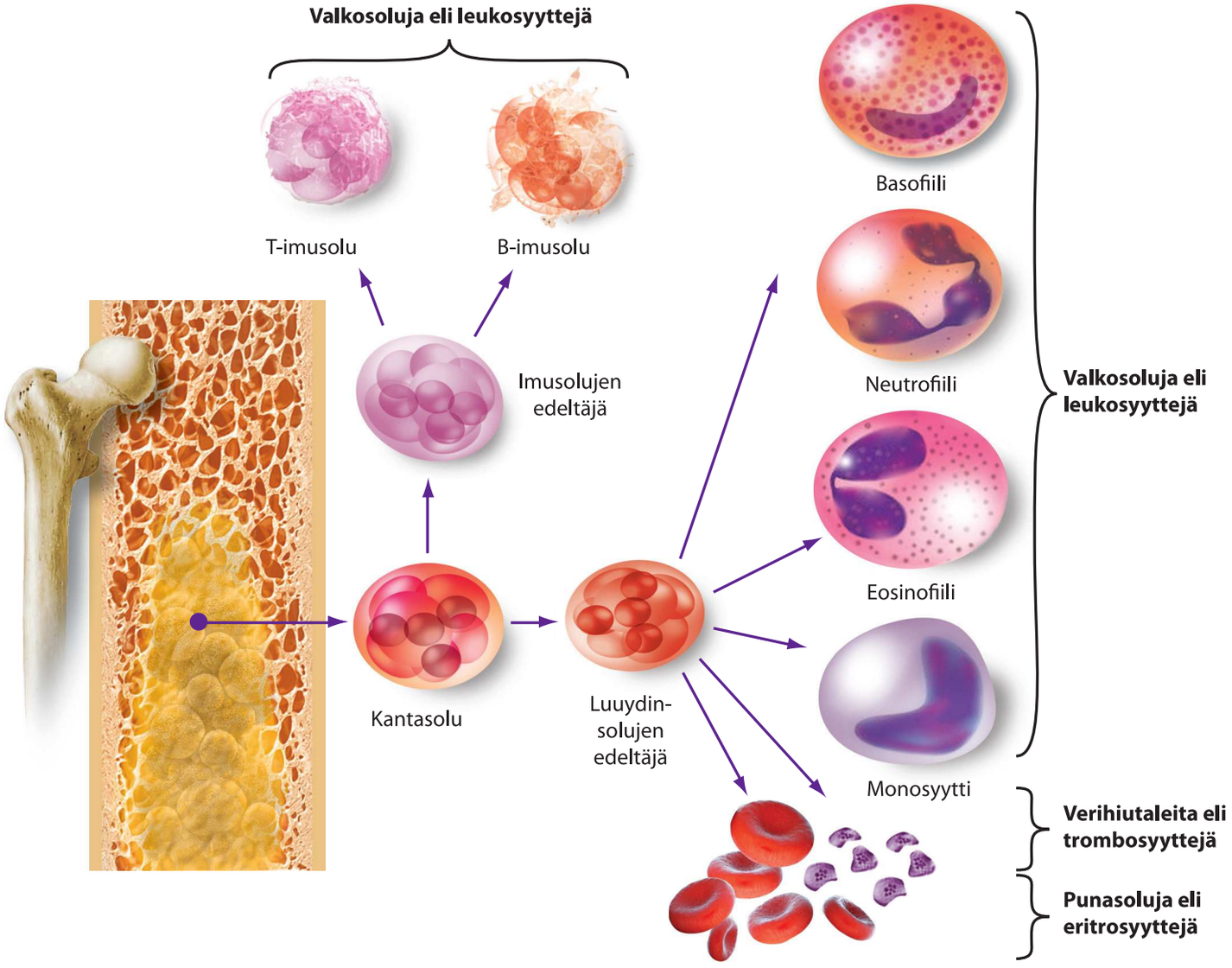
Plasmassa on enemmän proteiineja kuin kudosnesteessä. Tämä aiheuttaa plasman ja kudosnesteen välille osmoottisen paine-eron, joka pidättää veden verisuonissa ja estää sen siirtymisen kudoksiin.

Veren koostumus



Verisolut ja plasma voidaan erotella toisistaan sentrifugoimalla eli linkoamalla, jolloin raskaammat solut painuvat näytteen pohjalle.

Verisolut



Verisolut syntyvät luuytimessä kantasoluista.

Punasolut eli erytrosyytit

Punasolut ovat hyvin pieniä (läpimitaltaan 0,8 mikrometriä eli 0,0008 millimetriä) kiekkomaisia soluja, eikä niissä ole ollenkaan tumaa. Punasolut syntyvät luuytimessä veren kantasoluista. Aikuisella ihmisellä on veressään noin 25 000 miljardia punasolua. Punasolu elää noin neljä kuukautta. Se kiertää koko elämänsä ajan verisuonistossa ja lopulta kuluu ja kuolee. Punasoluja syntyy ja kuolee jatkuvasti, miljoonia minuutissa.

Punasoluissa on hemoglobiinia, proteiinia, johon happimolekyylit sitoutuvat. Hemoglobiinin rakenteessa on rautaa, joka sitoo happea. Anemia on raudanpuutostila, jossa punasolujen määrä on vähentynyt ja veren hapenkuljetuskyky on siten pienentynyt. Aneeminen ihminen on väsynyt ja kalpea. Hapettunut rauta saa aikaan veren punaisen värin. Valtimoissa kulkeva veri on kirkkaan punaista, koska se sisältää enemmän punasoluja joihin on sitoutuneena happea. Laskimoveri puolestaan on sinertävämpää, koska se on jo luovuttanut hapen kudoksiin. Voit todeta tämän katsomalla ihon läpi kuultavia verisuonia. Minkä värisiä ne ovat?

Hemoglobiini sitoo happea punasoluissa.

Vanhat punasolut hajotetaan maksassa, pernassa ja luuytimessä. Hemoglobiinin sisältämä rauta käytetään uudelleen elimistössä. Hemoglobiinin hajotessa syntyy keltaista väriainetta, bilirubiinia, joka poistuu maksasta sapen mukana ja värjää ulosteen ja virtsan.

Maksan vajaatoiminnan tyypillinen oire on keltatauti eli ikterus, joka ilmenee potilaan ihon ja silmänvalkuaisten keltaisuutena ja johtuu siitä, että bilirubiini ei hajoa normaalisti.

Valkosolut eli leukosyytit

Valkosolut ovat punasoluihin verrattuna hyvin monimuotoisia ja paljon suurempia. Valkosoluja on veressä paljon vähemmän, ja niitä on monenlaisia. Valkosolujen tehtävänä on tuhota elimistöön tunkeutuvia taudinaiheuttajia. Valkosoluja syntyy luuytimessä kantasoluista jatkuvasti lisää. Osa elää vain muutaman vuorokauden, mutta imusolut eli lymfosyytit voivat elää useita vuosia.

Valkosolutyyppejä ovat lymfosyytit eli imusolut, granulosyytit eli jyvässolut (neutrofiiliset, eosinofiiliset sekä basofiiliset granulosyytit) ja monosyytit. Lymfosyyttejä eli imusoluja on kahdenlaisia: T- ja B-imusoluja. B-imusolut tunnistavat taudinaiheuttajia ja tuottavat vasta-aineita ja muistisoluja. Vasta-aineiden ja muistisolujen takia syntyy immuniteetti kerran sairastettua tautia vastaan. Myös rokottaminen perustuu vasta-aineiden muodostumiseen. T-imusolut voivat muuttua tappajasoluiksi ja hyökkäävät esimerkiksi virusten kimppuun. HI-virus infektoi T-imusoluja.

Valkosoluista eniten on jyvässoluja eli granulosyyttejä. Jyvässolu-nimitys tulee solujen sisältämistä ”jyvistä”. Jyväset ovat tarpeellisia, sillä niiden sisältämät entsyymit tappavat taudinaiheuttajia. Eniten granulosyyteistä on neutrofiilisia granulosyyttejä. Niiden määrä lisääntyy tulehdusten yhteydessä, jolloin ne siirtyvät verestä kudoksiin tappamaan bakteereita. Eosinofiiliset granulosyytit erittävät loisia tappavia aineita ja puolestaan basofiilisten granulosyyttien määrä lisääntyy allergisten oireiden yhteydessä. Monosyytit ovat veren suurimpia valkosoluja, jotka kiertävät verenkierron mukana, mutta jos ne havaitsevat taudinaiheuttajia, ne siirtyvät kudoksiin verisuonen ulkopuolelle, jossa ne muuttuvat syöjäsoluiksi eli makrofaageiksi.

Verihiutaleet eli trombosyytit

Verihiutaleet ovat veren soluista pienimpiä. Punasolujen tapaan niilläkään ei ole tumaa. Verihiutaleet syntyvät luuytimessä ja elävät vain muutaman vuorokauden ajan. Ne takertuvat helposti toisiinsa ja ympäröiviin rakenteisiin ja siten paikkaavat vaurioita verisuonien sisällä. Verihiutaleet myös osallistuvat veren hyytymisreaktioon.

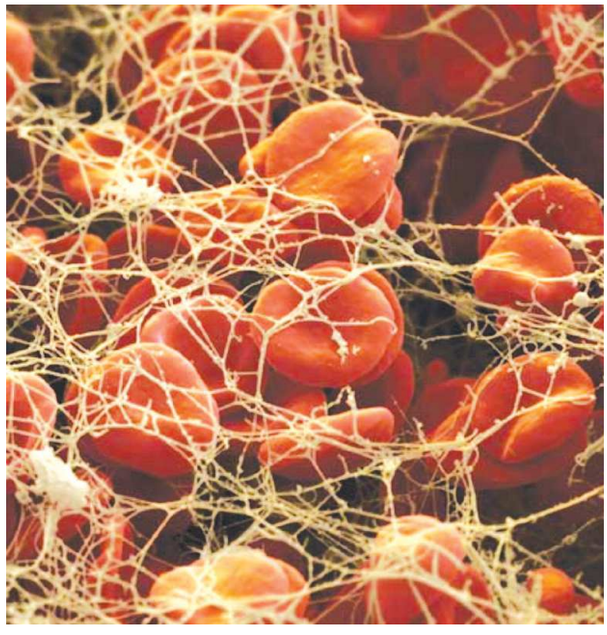
Veren hyytyminen

Veren hyytyminen eli koaguloituminen on monimutkainen tapahtumaketju. Veri hyytyy haavoissa, mutta se voi hyytyä myös pitkään jatkuneen liikkumattomuuden myötä (esim. pitkillä lentomatkoilla) ja aiheuttaa veritulpan verisuonen sisälle. Veritulppa syntyy useimmiten jalkojen laskimoihin.

Jos verisuonen seinämään tulee pieni vaurio, verisuonen seinämän sileä lihas supistuu ja vaurioituneista soluista erittyy vereen aineita, jotka houkuttelevat paikalle verihiutaleita. Verihiutaleet kasautuvat vauriokohtaan ja paikkaavat vuotokohdan. Tätä kasautumista ja yhteen liimautumista sanotaan aggregaatioksi.

Jos vaurio on suurempi, käynnistyy monimutkainen tapahtumasarja, hyytymisjärjestelmä. Veren hyytymistekijät ovat entsyymejä, jotka aktivoituvat ketjussa siten, että yhden tekijän aktivoituminen saa aikaan seuraavan aktivoitumisen jne. Lopulta trombiinientsyymi saa aikaan veren proteiinin, fibrinogeenin, muuttumisen säikeiseksi fibriiniksi. Fibriini muodostaa vauriokohtaan verkon, johon veren solut takertuvat, jolloin muodostuu hyytymä. Noin puolesta yhteen tunnin kuluttua verihyytymä alkaa vetäytyä kasaan ja vetää haavan reunoja toisiaan kohti, mikä tehostaa vaurion korjautumista.

Useimmat hyytymistekijät muodostuvat maksassa. Useiden hyytymistekijöiden, kuten trombiinin esiasteen eli protrombiinin, tuotantoon tarvitaan K-vitamiinia.



Fibriiniverkko, johon on tarttunut verisoluja

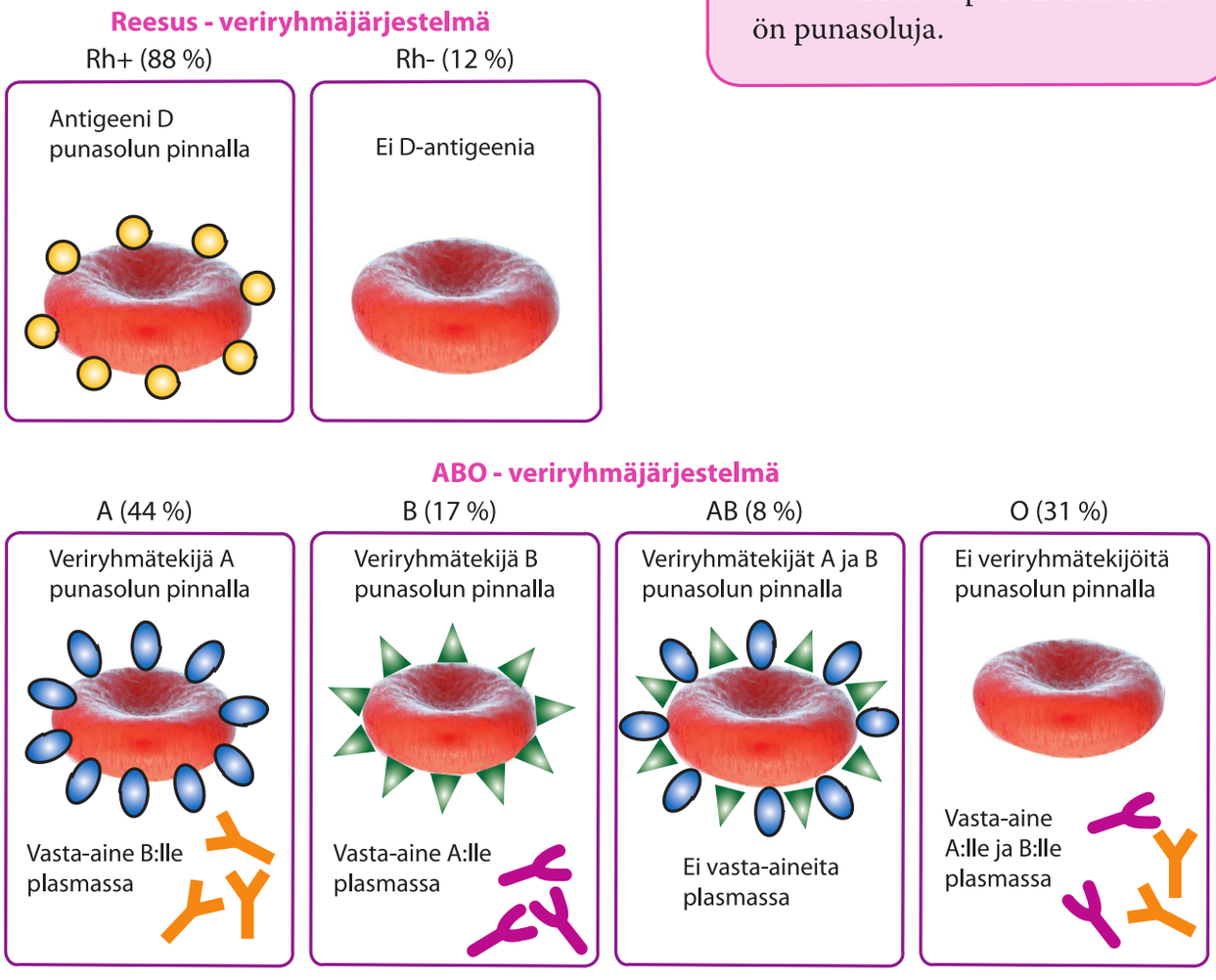
Veriryhmät

Ihmisillä on erilaisia veriryhmiä, joiden jaottelu perustuu punasolujen pinnalla oleviin rakenteisiin. Nämä rakenteet ovat glykoproteiineista muodostuneita veriryhmätekijöitä, joiden perusteella kehon oma puolustus tunnistaa punasolut eikä vahingoita niitä.

Verensiirrossa otetaan huomioon veriryhmät. Jos ihmiselle annettaisiin väärä verta, veriryhmän vasta-aineet alkaisivat tuhota punasoluja nopeasti. O-veri on hätäverta, jota voidaan hätätilanteessa antaa kaikille, koska se ei aiheuta vasta-ainetuotantoa kenellekään. Toisaalta AB+-tyypit voivat ottaa kaikilta muilta verta, koska heillä ei ole vasta-aineita veressään.

Verisoluissa on toinen veriryhmätekijä, reesus- eli D-antigeeni. Jos ihmisellä on reesustekijä, hän on reesuspositiivinen (Rh+), ja jos hänellä ei ole reesustekijää. hän on reesusnegatiivinen (Rh-). Tästä on haittaa raskauden aikana, jos isällä on reesustekijä ja äidillä ei. Lapsi perii isältä reesustekijän, jolloin äidille voi synnytyksen yhteydessä kehittyä vasta-aineita reesustekijää vastaan. Jos äiti tulee uudelleen raskaaksi, nämä vasta-aineet voivat tuhota uuden reesuspositiivisen sikiön punasoluja.

Punasolujen pintarakenteet ja jako ABO-veriryhmiin ja reesus-tekijä



A-veriryhmän ihmisillä on punasolujen pinnalla A-veriryhmätekijä sekä vasta-ainetta B-ryhmää vastaan. Vastaavasti B-veriryhmän ihmisillä on B-veriryhmätekijä sekä vasta-ainetta A:ta vastaan. AB- veriryhmän ihmisillä taas on sekä A:ta ja B:tä muttei ollenkaan vasta-aineita, ja O-veriryhmän ihmisillä ei ole ollenkaan veriryhmätekijää mutta molempia vasta-aineita.

Verestä tehtävät tutkimukset

Verinäytteestä voidaan tutkia monia erilaisia tekijöitä. Perusverenkuvassa mitataan punasolujen ja valkosolujen määrät sekä hemoglobiini että hematokriitti. Myös verihiutaleiden määrä mitataan perusverenkuvassa. Täydellisessä verenkuvassa erotellaan lisäksi vielä erilaisten valkosolujen määrät.

Tulehdustilanteissa verikokeessa mitataan usein CRP eli maksan erittämä C-reaktiivinen proteiini. Sen määrä lisääntyy bakteeri-infektioiden yhteydessä. Lasko eli ”senkka” on myös tulehdusarvo, joka mittaa punasolujen laskeutumisnopeutta tunnin ajan koeputkessa. Tulehdustilanteissa laskeutumisnopeus kasvaa. Verestä voidaan mitata myös veren sisältämän sokerin määrä ja veren rasva-arvot, triglyseridit sekä kolesterolin määrä.

Hematokriitti (lyh. hkr) on verisolujen suhteellinen osuus koko veren tilavuudesta. Se määritetään mittaamalla verisolupatsaan korkeus verinäytteen pohjalla sentrifugoinnin jälkeen.

Laboratoriotutkimusten viitearvoja plasman lipideille ja sokerille

Kolesteroli	alle 5 mmol/l
HDL-kolesteroli	yli 1 mmol/l
LDL-kolesteroli	alle 3 mmol/l
Triglyseridit	alle 2 mmol/l
Glukoosi	4–6,1 mmol/l

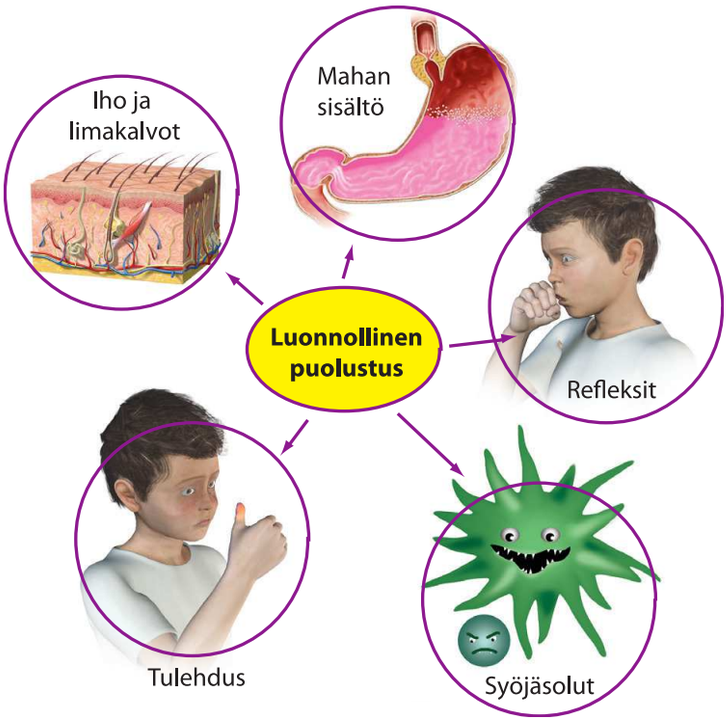
Täydellinen verenkuva aikuisella

Hemoglobiini (B-Hb)	
Miehet	134–167 g/l
Naiset	117–155 g/l
Hematokriitti (B-HKR)	
Miehet	0,39–0,50
Naiset	0,35–0,46
Punasolut (B-Eryt)	
Miehet	4,25–5,7 x 10 12 /l
Naiset	3,9–5,2 x 10 12 /l
Punasolun hemoglobiini (E-MCH)	27–33 pg/solu (pikogramma = 10^{-12} g)
Punasolun tilavuus (E-MCV)	82–98 fl (femtolitra = 10^{-15} l)
Punasolun hemoglobiini-pitoisuus (E-MCHC)	320–355 g/l
Leukosyytit (B-Leuk)	3,4–8,2 x 10^{9} /l
Neutrofiilit (B-Neut)	1,5–6,7 x 10^{9} /l
Eosinofiilit (B-Eos)	0,03–0,44 x 10^{9} /l
Basofiilit (B-Baso)	0–0,1 x 10^{9} /l
Lymfosyytit (B-Lymf)	1,3–3,6 x 10^{9} /l
Monosyytit (B-Monos)	0,2–0,8 x 10^{9} /l
Trombosyytit (B-Trom)	150–360 x 10^{9} /l

Elimistön puolustusjärjestelmät

”Se mikä ei tapa, vahvistaa”, sanotaan. Tämä ajatus kuvaa hyvin myös ihmisen puolustusjärjestelmää. Ihmisen terveyttä uhkaavat ulkopuolelta tulevat taudinaiheuttajat, eli mikrobit. Taudinaiheuttajat ovat mikrobeja, bakteereja, viruksia, alkueliöitä ja sieniä. Ihmisen immuunipuolustus eli vastustuskyky vastaa näihin taudinaiheuttajien hyökkäyksiin monin tavoin. Yleensä tautia aiheuttavassa eliössä on jokin osa, joka käynnistää elimistön puolustuksen. Näitä rakenteita kutsutaan antigeeneiksi.

Jo vastasyntyneellä on vastustuskykyä monia mikrobeja vastaan. Tätä kykyä kutsutaan luonnolliseksi eli perityksi immuniteetiksi. Luonnollinen immuniteetti estää yleisimpien mikrobien pääsyä elimistöön ja leviämistä siellä. Kun vauva kasvaa ja kohtaa jatkuvasti uusia taudinaiheuttajia, hänelle alkaa kehittyä hankinnainen immuniteetti.



Taudinaiheuttajat voivat päästä ihmisen kehon sisälle useita eri reittejä.

Infektioiden ehkäisy on tärkeää lähihoitajan työssä

Hoitotyössä käsiin tarttuu potilaista ja heidän ympäristöstään paljon taudinaiheuttajia, joista osa on vaarallisia kuten esimerkiksi ns. sairaalabakteeri MRSA (antibiooteille resistentti stafylokokkibakteeri). MRSA aiheuttaa vakavia infektioita (leikkaushaavainfektio, keuhkokuume) erityisesti sairaalapotilaille. Myös virukset, kuten ripuli- ja hengitystieinfektiovirukset ovat helposti henkilöstä toiseen tarttuvia.

Käsiin siirtyneet mikrobit säilyvät hengissä jopa tunteja. Jos hoitaja ei huolehdi riittävästä käsihygieniasta, on vaarana että taudinaiheuttajat siirtyvät asiakkaasta toiseen. Sairaaloissa ja hoitolaitoksissa tartuntoja ehkäistään käsien desinfektiolla ja välineiden ja hoitoympäristön asianmukaisella puhdistamisella.

Huolehtimalla hyvästä käsihygieniasta suojaat myös itsesi.

Luonnollinen puolustus

Luonnollinen eli epäspesifinen puolustus estää taudinaiheuttajia monella tapaa. Elimistön ensimmäiset puolustuslinjat taudinaiheuttajia vastaan ovat iho ja limakalvot. Iho on koko kehon peittävä, jatkuvasti uusiutuva pinta, ja se on mekaaninen este mikrobeille. Lisäksi iho on pinnaltaan kuiva. Kuivuus estää taudinaiheuttajien kasvua, koska useimmat mikrobit viihtyvät parhaiten kosteassa. Kun iho kostuu hiestä, hien happamuus pienentää ihon pH:ta. Happamuus suojaa taudinaiheuttajilta, koska ne eivät yleensä elä happamassa ympäristössä. Terveessä ihossa elää ihmisen omia mikrobeja, jotka ”vievät tilaa” haitallisilta bakteereilta ja siten estävät niiden kasvua ja pääsyä ihoon. Ihon oma bakteerifloora on tottunut ja erikoistunut happamaan ympäristöön. Jos ihossa on haava tai muu vaurio, mikrobeille syntyy suora pääsy kehon syvimpiin osiin hetkeksi. Haavaan syntyvä hyytyvä veri sulkee kuitenkin jo pian tämän reitin.

Suussa luonnolliseen puolustukseen kuuluvat limakalvot, risakudos ja siellä elävät normaaliflooraan kuuluvat bakteerit, jotka estävät taudinaiheuttajien kasvua. Lisäksi sylki sisältää bakteereja tappavaa entsyymiä. Jos taudinaiheuttajat kuitenkin pääsisivät kulkeutumaan suusta mahaan, ne kohtaisivat siellä jälleen luonnollisen puolustuksen. Mahan sisällön happamuus, pH 0,9, tappaa suurimman osan taudinaiheuttajista varmasti. Lisäksi myös suolistossa elää normaaliflooraa, joka toimii siellä ihon flooran tavoin täyttämällä mahdolliset kasvupaikat.

Myös muut kehon limakalvot suojelevat taudinaiheuttajilta. Hengitysteiden limakalvot erittävät limaa, johon tarttuu helposti hengitysilman mukana tulevia taudinaiheuttajia. Lisäksi hengitysteiden limakalvoissa on värekarvoja, jotka liikuttavat limaa kohden nielua. Liman mukana kulkeutuvat taudinaiheuttajat kulkeutuvat siten nieluun ja edelleen mahaan, jossa ne joutuvat happamaan ympäristöön. Silmän suojana taas on kyynelneste, joka sisältää bakteereille haitallista entsyymiä, lysotsyymiä.

Jos taudinaiheuttaja kaikesta luonnollisesta puolustuksesta huolimatta pääsee kehoon sisälle, sen osat saattavat saada aikaan tulehdusreaktion. Tulehdusreaktiossa vaurioitunut kudos punoittaa, turpoaa ja on arka ja kuumoittava. Nämä oireet johtuvat verenkierron tehostumisesta ja valkosolujen toiminnasta. Luonnolliseen puolustukseen kuuluvat syöjäsolut saapuvat tulehduspaikalle. Syöjäsolut ovat valkosoluja, jotka haukkaavat taudinaiheuttajan kokonaan sisäänsä, tappavat sen entsyymeillään ja siten estävät sen jakautumista ja leviämistä. Valkosoluista neutrofiilit ja monosyytit voivat toimia syöjäsoluina. Jos syöjäsoluja on kudoksissa, niitä kutsutaan makrofaageiksi eli liikkuviksi syöjäsoluiksi. Syöjäsolujen toiminta lisää tulehduksissa CRP:n eli C-reaktiivisen proteiinin tuotantoa.

CRP on maksasolujen tuottama valkuaisaine, jonka määrä suurenee huomattavasti monenlaisissa tulehduksissa ja kudosvaurioissa kuten sydäninfarktissa. CRP:n määrä kasvaa jo 6–12 tunnissa tulehduksen alusta, mikä tekee sen käyttökelpoiseksi tulehdusverikokeeksi.

Luonnolliseen puolustukseen osallistuvat myös lymfosyytit, joita on varastoituneena imukudokseen, imusolmukkeisiin ja pernaan. Kuume on elimistön tapa hidastaa mikrobien kasvua elimistössä. Kuume nousee, kun aktivoituneiden valkosolujen erittämät aineet kulkeutuvat hypotalamuksen lämmönsäätelykeskukseen. Kehon korkea lämpötila ei tapa mikrobeja, mutta se haittaa niiden lisääntymistä.

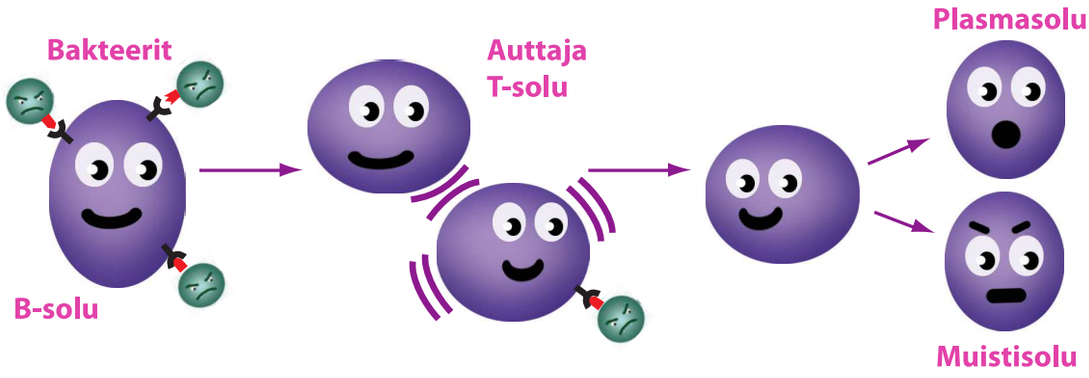
Hankinnainen puolustus

Hankinnainen immuunivaste käynnistyy, jos tulehdus luontaisen immuunivasteen toiminnasta huolimatta jatkuu. Hankinnainen eli sopeutuva immuunipuolustus kohdistuu tiettyä antigeeniä vastaan, ja se kehittyy sitä mukaa, kun elimistö altistuu uusille antigeeneille. Tämä puolustuskeino perustuu valkosoluihin, jotka tuottavat vasta-aineita ja muistisoluja elimistöön tunkeutunutta taudinaiheuttajaa vastaan. Hankinnainen immuniteetti siis saavutetaan sairastamalla tauti, esimerkiksi vesirokko, tai saamalla rokote.

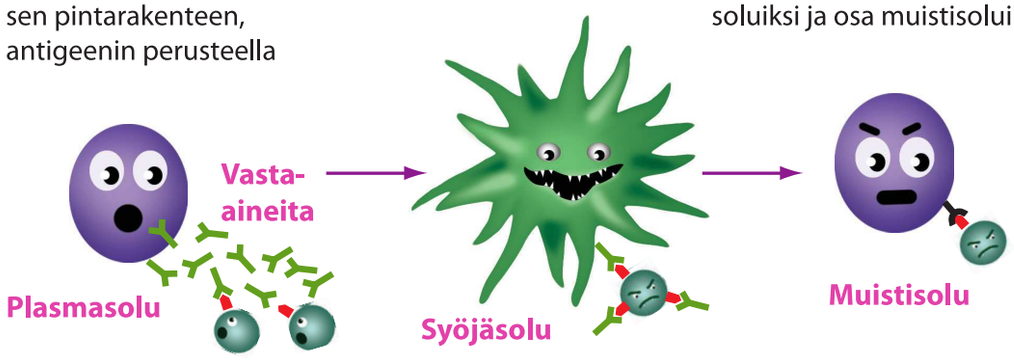
Kun taudinaiheuttaja pääsee ensimmäistä kertaa elimistöön, puolustus käynnistyy hitaasti ja ihminen sairastuu. Puolustus kuitenkin aktivoituu ja paraneminen alkaa, mitä kutsutaan primaarivasteeksi. Jos sama taudinaiheuttaja pääsee uudelleen tunkeutumaan kehoon, puolustukseen on jo syntynyt muistisoluja edellisestä kerrasta ja ne tunnistavat taudinaiheuttajan. Muistisolut tuhoavat taudinaiheuttajan nopeasti, eikä ihminen ehdi sairastua. Tätä kutsutaan sekundaarivasteeksi.

Rokotus on toimenpide, jossa potilas altistetaan sairaudelle, rokottamalla hänet taudinaiheuttamiskyvyltään tehottomiksi tehdyillä mikrobeilla, niiden osilla tai kuolleilla mikrobeilla. Tämä saa puolustusjärjestelmän tuottamaan vereen valkosoluja, jotka muistavat kyseisen taudinaiheuttajan. Näin potilas saa immuniteetin taudinaiheuttajaa vastaan sairastamatta itse tautia. Rokote annetaan yleensä joko pistoksena tavallisimmin lihakseen (i.m.) tai ihon sisään (s.c.). Rokotusten ottaminen on Suomessa vapaaehtoista mutta suositeltavaa. Rokottaminen on tehokas tapa suojata koko väestöä vaarallisia tartuntatauteja vastaan. WHO:n mukaan 25 tautiin on olemassa rokote, joka estää tai auttaa hillitsemään taudin leviämistä. Isorokko on laajamittaisen rokotusohjelman ansiosta hävinnyt maapallolta kokonaan.

Imusolujen torjuntamekanismit



1. B-imusolu kohtaa taudinaiheuttajan ja tunnistaa sen pintarakenteen, antigeenin perusteella
2. B-solu aktivoitu
3. B-solut alkavat lisääntyä ja osa niistä muuttuu plasmasoluiksi ja osa muistisoluiksi



4. Plasmasolut tuottavat vasta-aineita, immunoglobuliineja, jotka tarttuvat taudinaihettajiin
5. Syöjäsolu tuhoaa taudinaiheuttajan
6. Jos sama taudinaiheuttaja pääsee uudestaan elimistöön, muistisolut tunnistavat ne nopeasti

1.–2. Veressä ja imunesteessä kiertää **imusoluja eli lymfosyyttejä**. Imusoluja on kahdenlaisia: **T-imusoluja** ja **B-imusoluja**. Ne myös toimivat eri tavoilla. T-lymfosyytit eli T-solut ovat soluvälitteisen immuniteetin toteuttajia. Yhdessä B-lymfosyyttien kanssa ne huolehtivat opitusta eli hankinnaisesta immuniteetista. T-solut tunnistavat elimistölle vieraita aineita ja tuhoavat infektoituneita soluja. B-lymfosyytit taas toimivat humoraalisesti eli vasta-ainevälitteisesti vierasaineita vastaan.

Jos imusolu kohtaa taudinaiheuttajan tai vieraan solun, se tunnistaa sen pintarakenteita, joita kutsutaan **antigeeneiksi**. Antigeeniksi sanotaan taudinaiheuttajan osaa, joka aiheuttaa immuunipuolustuksen aktivoitumisen. Antigeeni voi olla niin mikrobin kuin autoimmuunitapauksessa elimistön omakin rakenne. Tunnistamisen jälkeen lymfosyytti aktivoituu.

3.–6. Kun B-imusolut ovat kohdanneet antigeenin, ne alkavat lisääntyä ja osa niistä muuttuu plasmasoluiksi ja osa muistisoluiksi. Plasmasolut tuottavat vereen vasta-aineita eli immunoglobuliineja. Vasta-aineet pystyvät tarttumaan tietyn taudinaiheuttajan pintaan ja vaurioittamaan sitä. Yleensä taudinaiheuttaja kuolee tähän ja päätyy lopulta syöjäsolujen tuhottaviksi.

Lymfaattinen järjestelmä

Lymfaattiseen järjestelmään kuuluvat imusuonet, imusolmukkeet, nielurisat, luuydin, perna, suolen limakalvo ja kateenkorva. Lymfaattinen järjestelmä ottaa kiinni taudinaiheuttajia, tuhoaa niitä ja käynnistää puolustusreaktioita. Lymfaattinen järjestelmä osallistuu myös elimistön nestetasapainon säätelyyn.

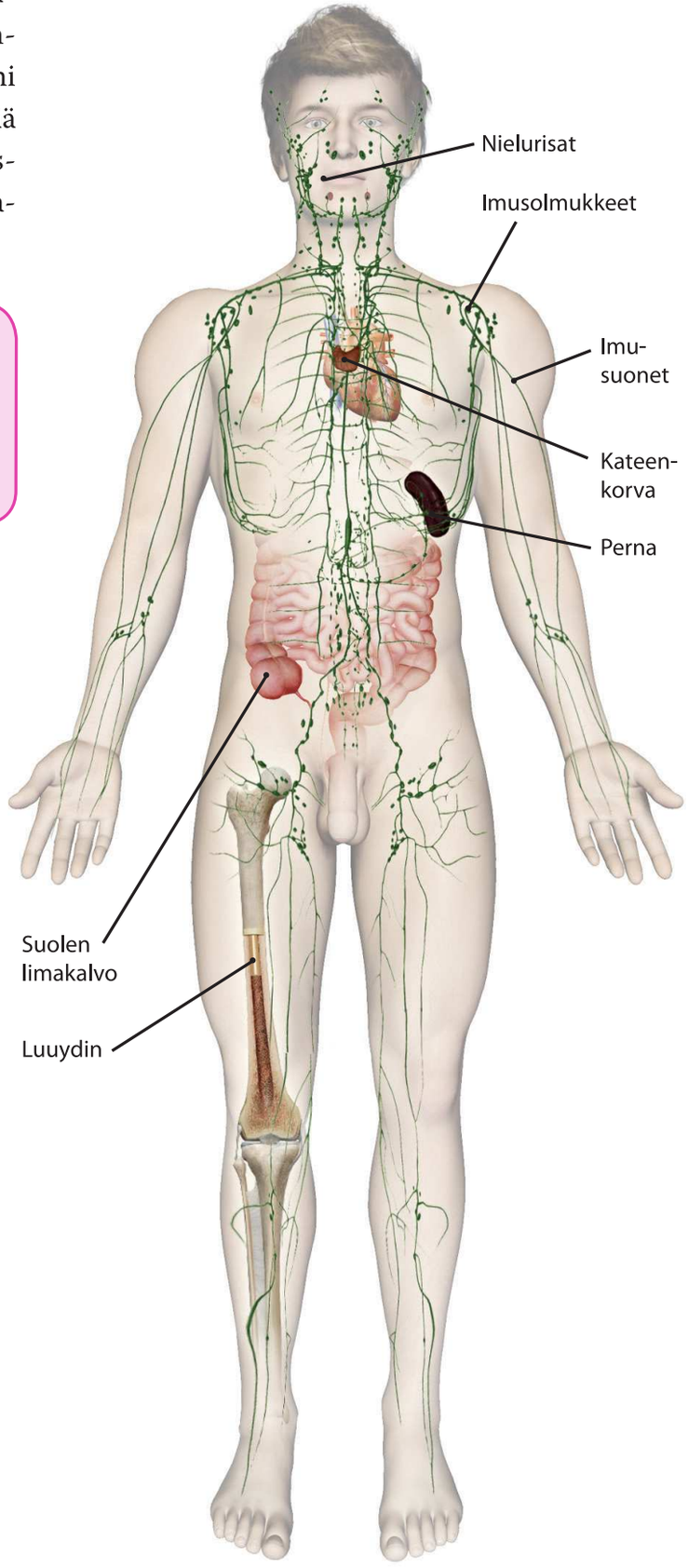
Hieronta edistää imunesteen kiertoa. Usein hieronnassa käynnin jälkeen janottaa ja tuntuu virtsaamisen tarvetta, koska nestekierto on tehostunut.

Lymfaattinen järjestelmä koostuu **imusuonista**, **imusolmukkeista** ja lymfaattisista elimistä. Lymfaattisia elimiä ovat **kateenkorva** ja **perna** ja **risakudos**.

Imuneste eli lymfa muodostuu kudosnesteestä. Se sisältää rasvaaineita, jotka ovat imeytyneet ohutsuolessa, ja vereen palautettavia proteiineja.

Umpipusseista alkavat **imusuonet** ovat hyvin ohutseinäisiä, joten aineiden siirtyminen imusuonien ja kudosten välillä käy helposti. Imusuonien tehtävänä on myös kerätä verenkierron ulkopuolelle kudoksiin tihkunutta nestettä eli lymfaa. Ohuet imusuonet yhdistyvät paksumpiin, jotka puolestaan päättyvät imusolmukkeisiin. Imusolmukkeista jatkuu isompia imusuonia, jotka laskevat solislaskimoon ja siten palauttavat aineita verenkiertoon.

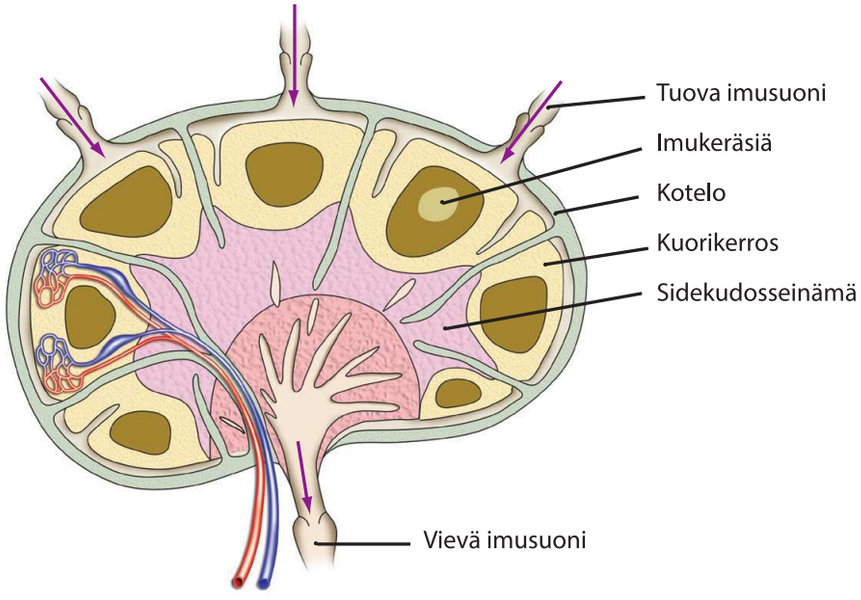
Imusuonisto ja imusolmukkeet



Imusolmukkeet

Imusolmukkeet eli imurauhaset ovat pieniä pavunmuotoisia elimiä, joiden läpi imuneste virtaa ennen palautumistaan verenkiertoon. Imusolmukkeiden koko vaihtelee: niiden halkaisija on 1–25 millimetriä. Imusolmukkeita on kaikkialla elimistössä, mutta erityisen runsaasti niitä esiintyy kaulan, nivusten, kainaloiden ja suoliston alueella. Imusolmukkeita on elimistössä 500–1000 kappaletta.

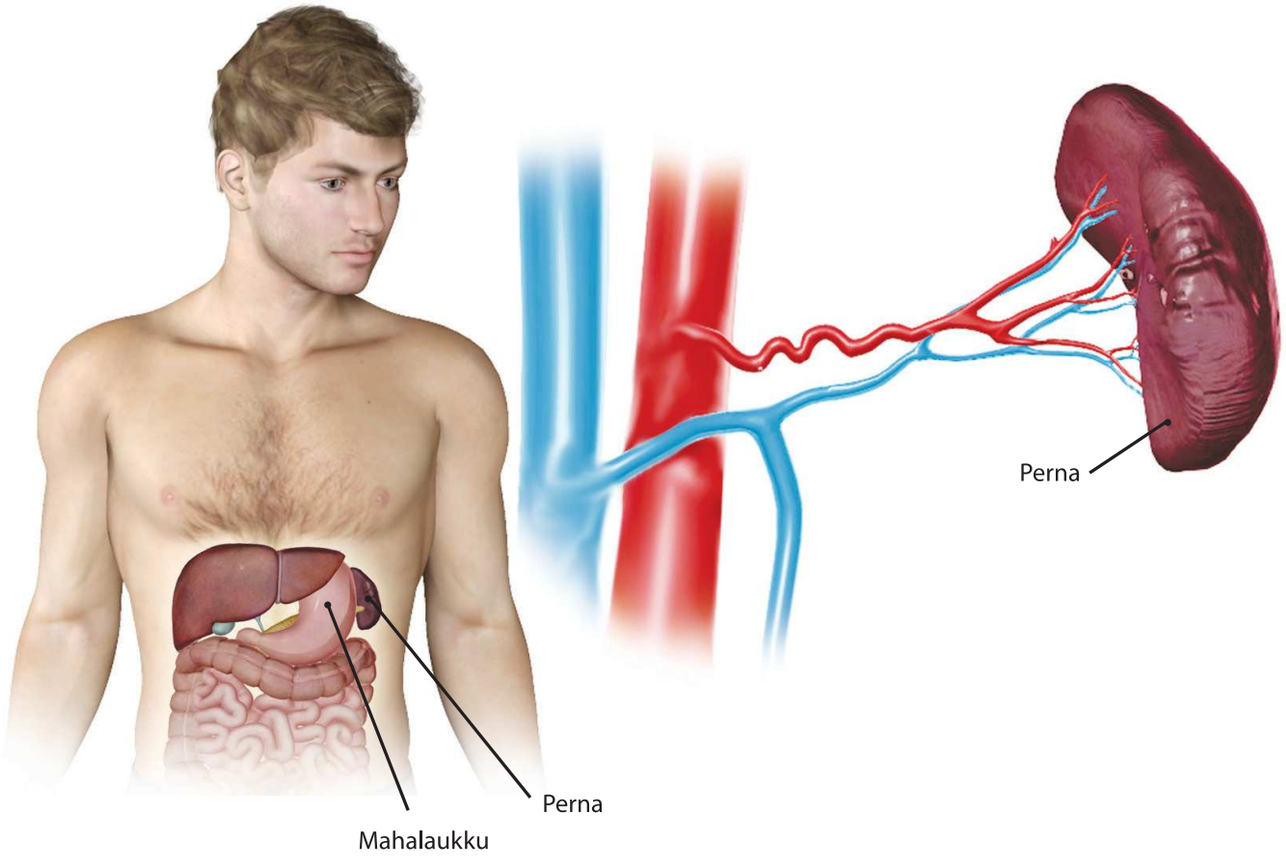
Imusolmukkeen rakenne



Imusolmukkeen kuperalle pinnalle tulevat **pienet imusuonet**, ja koveralta puolelta lähtee **suurempi imusuoni**. **Imukeräsissä** tapahtuu imusolujen kypsymistä. Imuneste virtaa keräsen sisällä, jossa syöjäsolut puhdistavat imunestettä.

Perna

Perna poistaa verenkierrosta vanhentuneita punasoluja ja toimii verihiutaleiden varastona. Se osallistuu bakteereiden, virusten ja muiden pieneliöiden torjuntaan ”siivilöimällä” niitä verestä. Pernassa on kahdenlaista kudosta. Valkoinen ydin on imukudosta, joka on samanlaista kuin imusolmukkeissa, ja punainen ydin muodostaa hiussuonten verkoston. Pernan läpi kulkee 350 litraa verta vuorokaudessa.



Perna on pyöreähkö litteä tummanpunainen elin, joka sijaitsee vatsaontelon yläosassa vasemmalla alimpien kylkiluiden suojassa. Se painaa aikuisella 150 grammaa, ja sen läpimitta noin 10 senttimetriä.

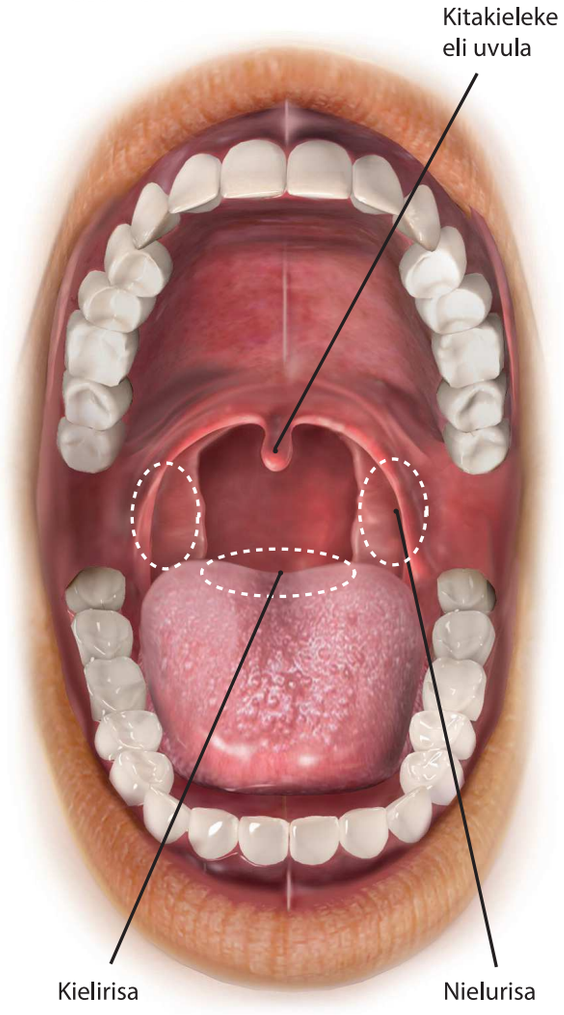
Kateenkorva

Välikarsina
Keuhkojen väliin jäävä tila.

Kateenkorva kuuluu puolustusjärjestelmän elimiin, sillä siellä kypsyy T-imusoluja erityisesti sikiöllä. Kateenkorva onkin suurimmillaan yksilönkehityksen aikana, ja se surkastuu murrosiän jälkeen. Kateenkorva sijaitsee välikarsinassa sydämen etupuolella. T-solut ovat saaneet nimityksensä kateenkorvasta (t niin kuin thymus).

Risakudos

Nielurisat



Nielussa olevat **kita- ja nielurisat** ovat imukudosta. Risat sisältävät paljon imusoluja ja niiden tehtävä on pyydystää taudinaiheuttajia hengitysilmasta. Toisinaan nielurisaan kertyy paljon bakteereja ja sen myötä syntyy jatkuva tulehdustila. Tällöin nielurisat voidaan poistaa leikkauksella. Suurin risa on nielurisa, joka on suunielun katossa. Aivan kielen tyvessä taas on kielirisa. Kitarisat ovat nielun katossa **kitakielekkeen** eli **uvulan** takana. Risakudokset voivat tulehtua helposti erityisesti lapsilla, ja ne voidaan poistaa leikkauksessa.

CASE | VASTAUS

Vaikeasti immuunipuutteista potilasta hoidetaan suoja- eli puhdaseristyksessä. Potilasta hoidetaan tällöin omassa huoneessa, jossa on sulkutila eristysvaatteiden pukemista ja riisumista varten. Potilasta hoidettaessa pitää käyttää suojakäsineitä, -takkia ja suu-nenäsuojusta. Potilashuoneeseen ei koskaan viedä potilaspapereita eikä näytteenottovaunuja. Jos huoneessa käytetään instrumentteja, ne pitää huolellisesti desinfioida ennen eristyspotilaan hoitoa ja sen jälkeen. Suojaeristyshuone siivotaan aina ensimmäiseksi. Suojaeristys voidaan purkaa vain lääkärin määräyksestä. Suvi saattaa hieman pelätä suojavaatetukseen pukeutunutta hoitajaa, joten Suvin seurassa tulee puhua ystävällisesti ja toimia rauhallisesti.

TEHTÄVÄT

1. Miksi on tärkeää, että potilas saa oikean veriryhmän verta?
2. Naispotilaan CRP-arvo on laboratoriokokeissa 110. Mistä tämä kertoo? Hänen Hb-arvonsa on 108. Miten häntä hoidetaan?
3. Mitä luonnollinen immuniteetti ja hankittu immuniteetti tarkoittavat?
4. Miten perustelet rokotuksen tärkeyden pienen vastasyntyneen lapsen vanhemmille?

6

Hengitys

- Keuhkojen tehtävänä on huolehtia elimistön hapensaannista.
- Hengitys on kaasujen vaihtoa.
- Kaikki kehon solut tarvitsevat happea, jota saadaan hengittämällä ilmaa keuhkoihin.
- Hiilidioksidi on solujen aineenvaihdunnassa syntynyt jäteaine, joka poistuu keuhkojen kautta.
- Hengityselimistöön kuuluvat ylä- ja alahengitystiet.

CASE | Mitä teet?

Olet lähihoitajana Leppäkertun päiväkodissa. Olette lasten kanssa retkellä ja paistatte nuotiolla makkaraa. Yhtäkkiä eräs lapsista alkaa kakoa voimakkaasti. Hän näyttää hätääntyneeltä, ja hänen ihonsa muuttuu harmaaksi. Miten toimit kyseisessä tilanteessa?

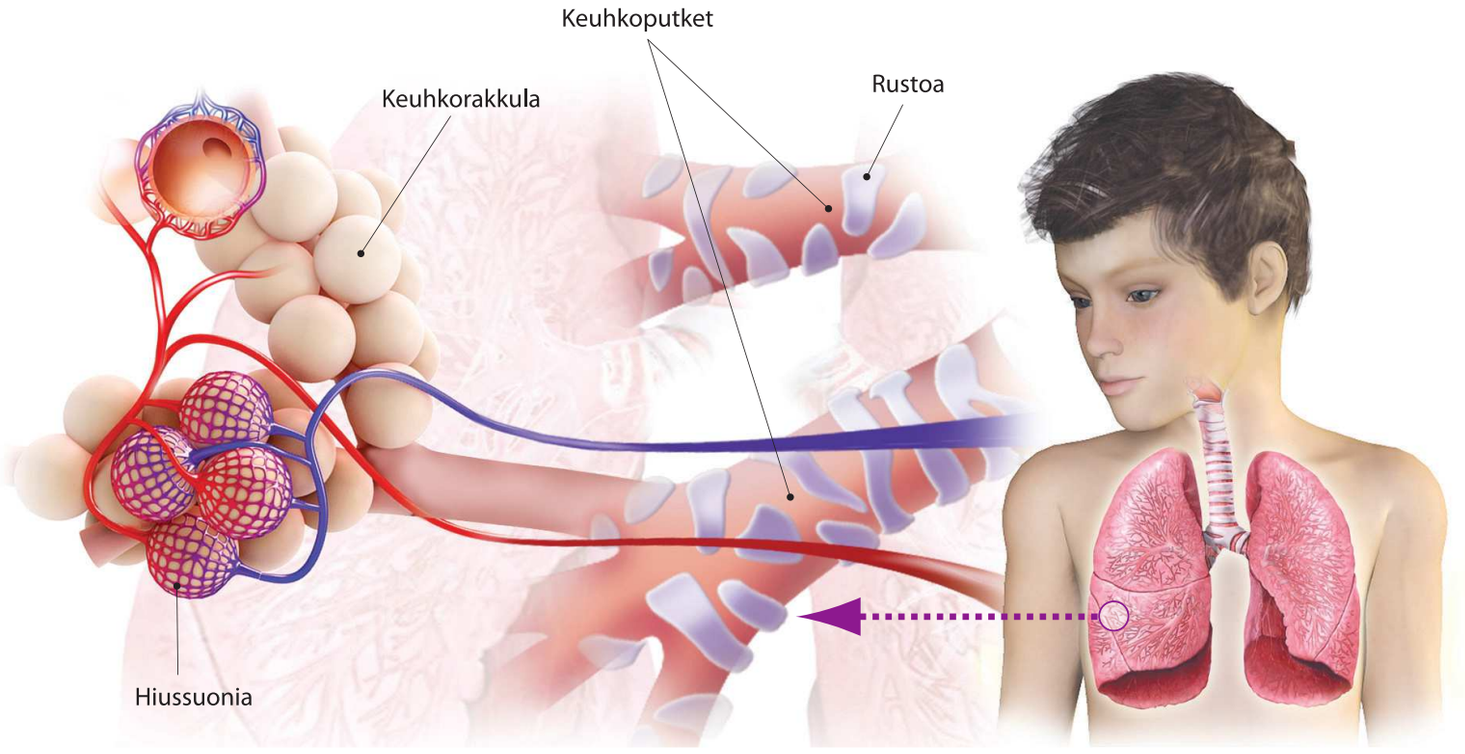
Häkä on hajuton, väritön ja myrkyllinen kaasu, koska se sitoutuu samaan paikkaan punasoluissa kuin happi, mutta tehokkaammin. Lisäksi häkä on hajutonta, joten sen olemassaoloa ei voi havaita. Esimerkiksi puita poltettaessa on siten tärkeää aina huolehtia hyvästä ilmanvaihdosta.

Miksi hengitämme?

Suomen kielessä sanalla ”henki” tarkoitetaan elämää. Hengittäminen on elämän välttämättömyys. Happea tarvitaan jokaisessa elimistön solussa, soluhengityksessä. Ruoan sisältämät ravintoaineet ovat solujen polttoainetta. Soluhengityksessä ruuansulatuskanavan kautta saatu ravintoaineiden energia poltetaan mitokondrioissa solun omaksi energiaksi, ATP:ksi (adenosiinitrifosfaatiksi). Tässä reaktiossa tarvitaan happea. ATP-molekyylit ovat solun energiavaluuttaa, jota tarvitaan kaikissa toiminnoissa.

Happi kulkeutuu punasolujen ja verenkierron mukana koko kehoon. Happi sitoutuu veressä olevaan punasolun hemoglobiiniin. Hemoglobiini on molekyyli, jonka tehtävänä on punasoluissa sitoa happea. Hemoglobiinin rakenteeseen kuuluu rauta (Fe). Jos ihminen ei saa rautaa tarpeeksi ravinnostaan, hapen kuljetus hänen veressään voi heikentyä ja hän on aneeminen.

Hengittäminen



Hengitys on kaasujen vaihtoa, joka tapahtuu keuhkojen **keuhkorakkuloissa** eli alveoleissa.

Keuhkorakkulat ovat pieniä pussimaisia rakenteita ohuiden **keuhkoputkien** päissä. Happi siirtyy hengitysilmasta keuhkorakkuloiden pinnalla oleviin **hiussuoniin**, joissa se sitoutuu punasoluun. Verestä hiilidioksidi, elimistön jäteaine, puolestaan siirtyy keuhkorakkulaan ja sitä kautta uloshengitykseen. Elimistö mittaa hiilidioksidin määrää tarkasti. Jos sitä on liikaa, ihminen on hengästynyt ja siten poistaa ylimäärän. Hiilidioksidi on myrkyllinen kaasu.

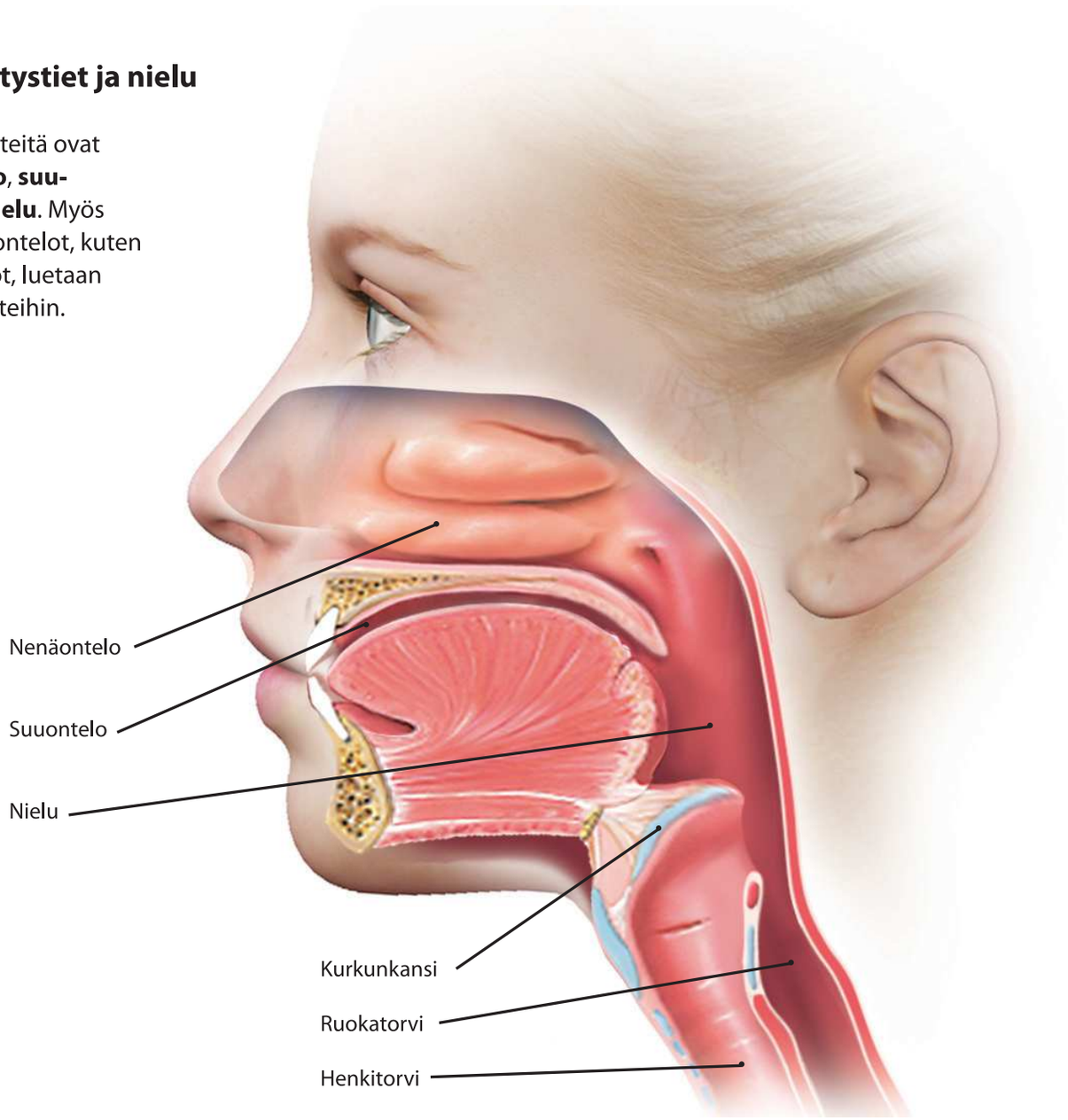
Kaasut siirtyvät diffuusion mukaisesti aina suuremmasta osapaineesta pienempään. Kaasuja ovat hengitysilman happi ja veren hiilidioksidi. Koska alveolissa olevassa sisään hengitetyssä ilmassa on enemmän happea kuin hiusverisuonien veressä, happea siirtyy ilmasta vereen. Vastaavasti koska veressä on enemmän hiilidioksidia kuin ilmassa, sitä siirtyy keuhkorakkulaan. Veressä happi sitoutuu punasolujen hemoglobiiniin ja kulkeutuu sydämen kautta koko kehoon. Hiilidioksidi puolestaan poistuu kehosta uloshengityksen mukana.

Ylähengitysteiden rakenne

Ylähengitystiet alkavat nenästä ja suusta. Nenäontelo jakautuu kahteen osaan, jonka nenän väliseinä jakaa. Nenäonteloa verhoaa limaa erittävä värekarvallinen epiteeli. Limaan tarttuu hengitysilmasta pölyä ja muita ilman epäpuhtauksia. Lisäksi ilma lämpenee ja kostuu nenän kautta hengitettäessä, koska limakalvossa on runsaasti verisuonia. Limakalvon värekarvat liikkuvat ja kuljettavat limaa nieluun, josta se nielaistaan mahaan. Keuhkoihin ei näin kerry pölyä, ja mahan happamuus tappaa taudinaiheuttajia. Kylmää ilmaa hengitettäessä nenäontelon värekarvat sen sijaan ”jäätyvät” eivätkä kuljeta limaa nieluun. Tällöin nenä vuotaa, koska lima valuu painovoiman mukaisesti. Huomaat tämän ollessasi pakkasella ulkona!

Ylähengitystiet ja nielu

Ylähengitysteitä ovat **nenäontelo**, **suuontelo** ja **nielu**. Myös nenän sivuontelot, kuten poskiontelot, luetaan ylähengitysteihin.



Nielu

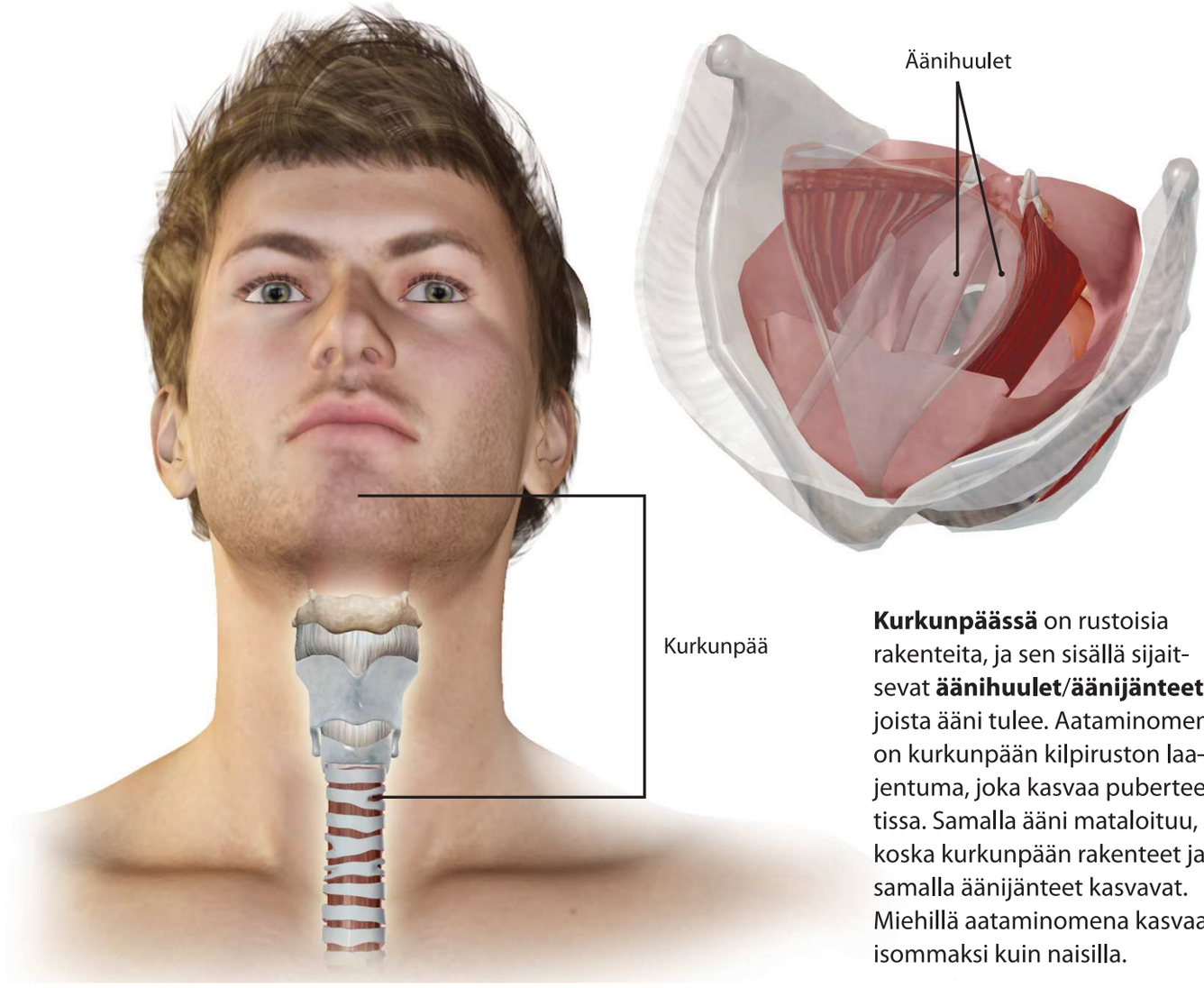
Nielu jakautuu kolmeen osaan: nenänieluun, suunieluun ja kurkunpäänielun. Nielusta on yhteys korvaan korvatorven kautta. Korvatorven tehtävänä on tasata ilmanpainetta välikorvassa.

Alahengitysteiden rakenne 6

Alahengitysteihin kuuluvat kurkunpää, henkitorvi ja keuhkoputket.

Henkitorven päässä on kurkunkansi, läppä, joka sulkeutuu nieltäessä ja siten estää nieltyä ruokaa menemästä ”väärään kurkkuun” eli henkitorveen. Ruoka menee siis nielusta ruokatorveen, joka sijaitsee henkitorven takana. Jos syö ja puhuu samaan aikaan, ruokaa saattaa mennä henkitorveen, mikä aiheuttaa voimakasta yskimistä ruoanmurusen poistamiseksi väärästä paikasta.

Kurkunpään rakenne ja äänihuulet



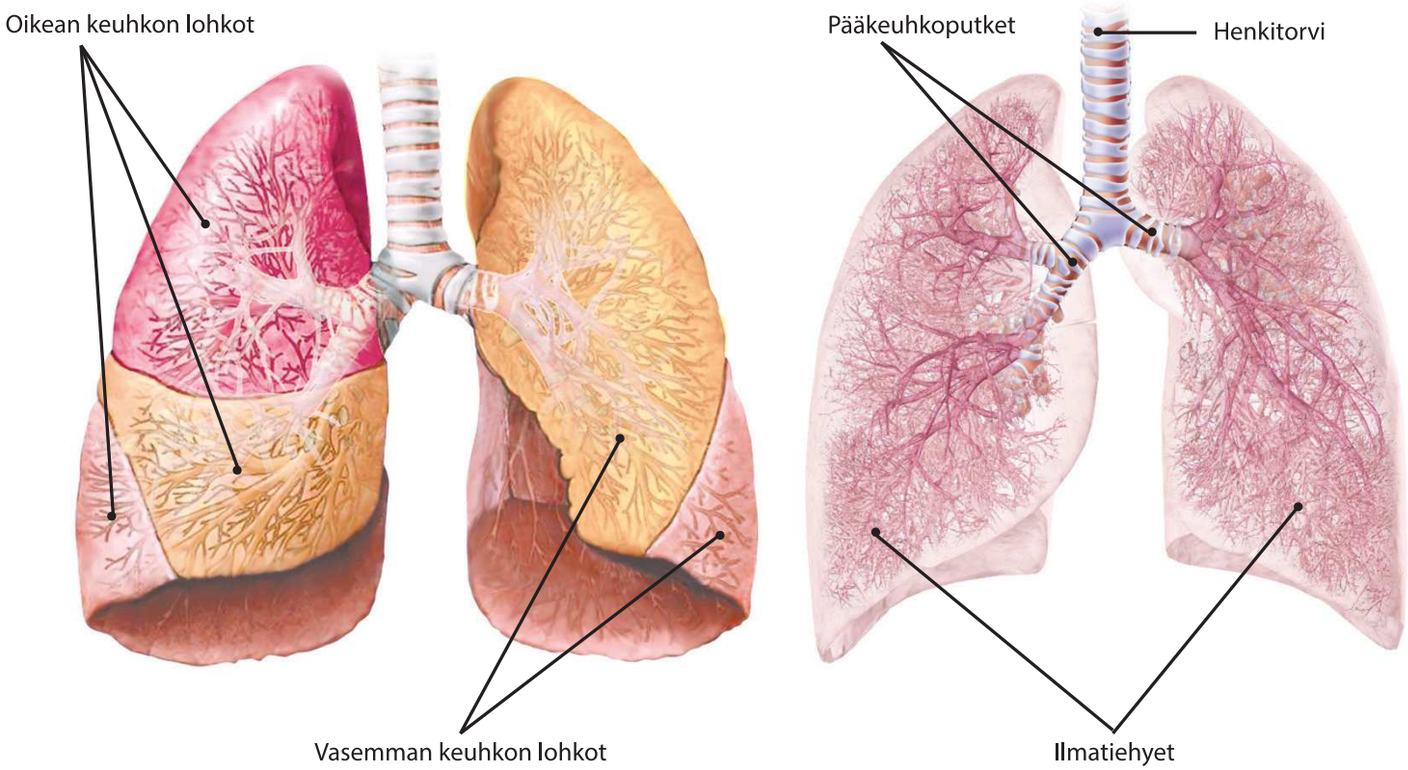
Kurkunpäässä on rustoisia rakenteita, ja sen sisällä sijaitsevat **äänihuulet/äänijänteet**, joista ääni tulee. Aataminomena on kurkunpään kilpiruston laajentuma, joka kasvaa pubertee-tissa. Samalla ääni mataloituu, koska kurkunpään rakenteet ja samalla äänijänteet kasvavat. Miehillä aataminomena kasvaa isommaksi kuin naisilla.

Henkitorvi

Kurkunpäästä alkava putki on nimeltään henkitorvi. Ilma kulkee henkitorvea pitkin keuhkoihin, joten on tärkeää, että henkitorvi pysyy avoimena jatkuvasti. Henkitorvessa on rustoisia renkaita, jotka pitävät putkea avoimena. Henkitorven sisäpinnalla on limaa erittävää värekarvallista epiteeliä, ja myös sieltä lima kulkeutuu nieluun ja edelleen mahaan. Tupakoitsijoilla liman eritys on lisääntynyt eivätkä värekarvat toimi kunnolla, minkä vuoksi he usein yskivät limaa ulos.

Keuhkoputket

Keuhkoputket ja bronkuspuu



Henkitorvi haarautuu molempiin keuhkoihin **keuhkoputkina**. Keuhkoputket taas jakautuvat keuhkoihin kuin puun oksat. Keuhkoputken alkuosaa kutsutaan **pääkeuhkoputkeksi** ja loppuosaa **keuhkoputkeksi** ja **ilmatiehyeksi**. Ilmatiehyt on ohuin osa putkea, joka päätyy lopulta **keuhkorakkulaan**. Keuhkoputkien sisäosassa on edelleenkin värekarvallista epiteeliä. Oikea keuhko jakaantuu kolmeen lohkoon. Vasemmassa keuhkossa on vain kaksi lohkoa, koska sydän vie tilaa vasemmalla puolella.

Keuhkorakkulat

Keuhkorakkulat eli alveolit ovat hyvin pieniä ohutseinäisiä pusseja, joiden pinnalla on tiheä hiussuoniverkosto. Yhdessä keuhkossa on miljoonia alveoleja. Ohuen ja pienen rakenteensa vuoksi keuhkorakkulat ovat taipuvaisia painumaan kasaan uloshengityksen loppuvaiheessa. Tätä ehkäistäkseen keuhkorakkulan solut erittävät surfaktanttia, ainetta, joka aiheuttaa pintajännitystä ja estää siten keuhkorakkuloiden kasaan painumista. Sisään hengitetty ilma päätyy lopulta nenäontelon, nielun, henkitorven ja keuhkoputken kautta keuhkorakkuloihin. Koska keuhkorakkulan pinta on hyvin ohut ja sen pinnalla olevat hiussuonet ovat ohuet, kaasut pääsevät vaihtumaan niiden lävitse helposti.

CASE | VASTAUS

Hengitys

Lapsen hengitystiet ovat todennäköisesti tukkeutuneet. Jos lapsi ei pysty puhumaan ja hän on selvästi tukehtumassa, vierasesine eli makkaran kuori tukkii todennäköisesti ylähengitysteitä. Yritä ensin kaivaa kuori pois lapsen nielusta. Se useimmiten onnistuu. Jos se ei kuitenkaan onnistu, asetu lapsen taakse, taivuta hänen ylävartaloaan eteen, käske häntä yskimään ja lyö samalla häntä kämmenellä selkään lapaluiden väliin viisi kertaa. Muista käyttää vain sen verran voimaa kuin on tarpeen. Ellei tämäkään auta, voit tehdä lapselle soveltuvan Heimlichin otteen: laita kätesi takakautta lapsen ympärille ja purista häntä äkisti rintalastan alueelta. Elleivät nämä ensiaputoimet auta, soita tai pyydä jotakuta muuta soittamaan välittömästi numeroon 112.

TEHTÄVÄT

1. Miksi tupakoiva nuori syljeskelee tavallista enemmän?
2. Miksi ihminen hengästyy esimerkiksi juostessaan portaita ylöspäin?
3. Laske kuinka monta kertaa parisi hengittää minuutissa.

7

Ruoansulatus

- Ihminen tarvitsee ravintoa energiaksi ja kehon rakennusaineeksi.
- Ennen kuin ihmiskeho voi käyttää syödyn ruoan hyödykseen, ruoan on kuljettava pitkä matka kehossa ruoansulatuskanavaa pitkin.
- Ruoansulatuskanava alkaa suusta ja päätyy peräaukkoon.
- Ruoansulatuselimiin kuuluu myös useita ruoansulatusrauhasia, jotka osallistuvat ruoansulatukseen valmistamalla erilaisia ruoan hajoamiseen vaikuttavia molekyylejä.
- Ruoan kemiallinen hajoaminen alkaa jo suussa syljen entsyymien vaikutuksesta.

CASE | Mitä teet?

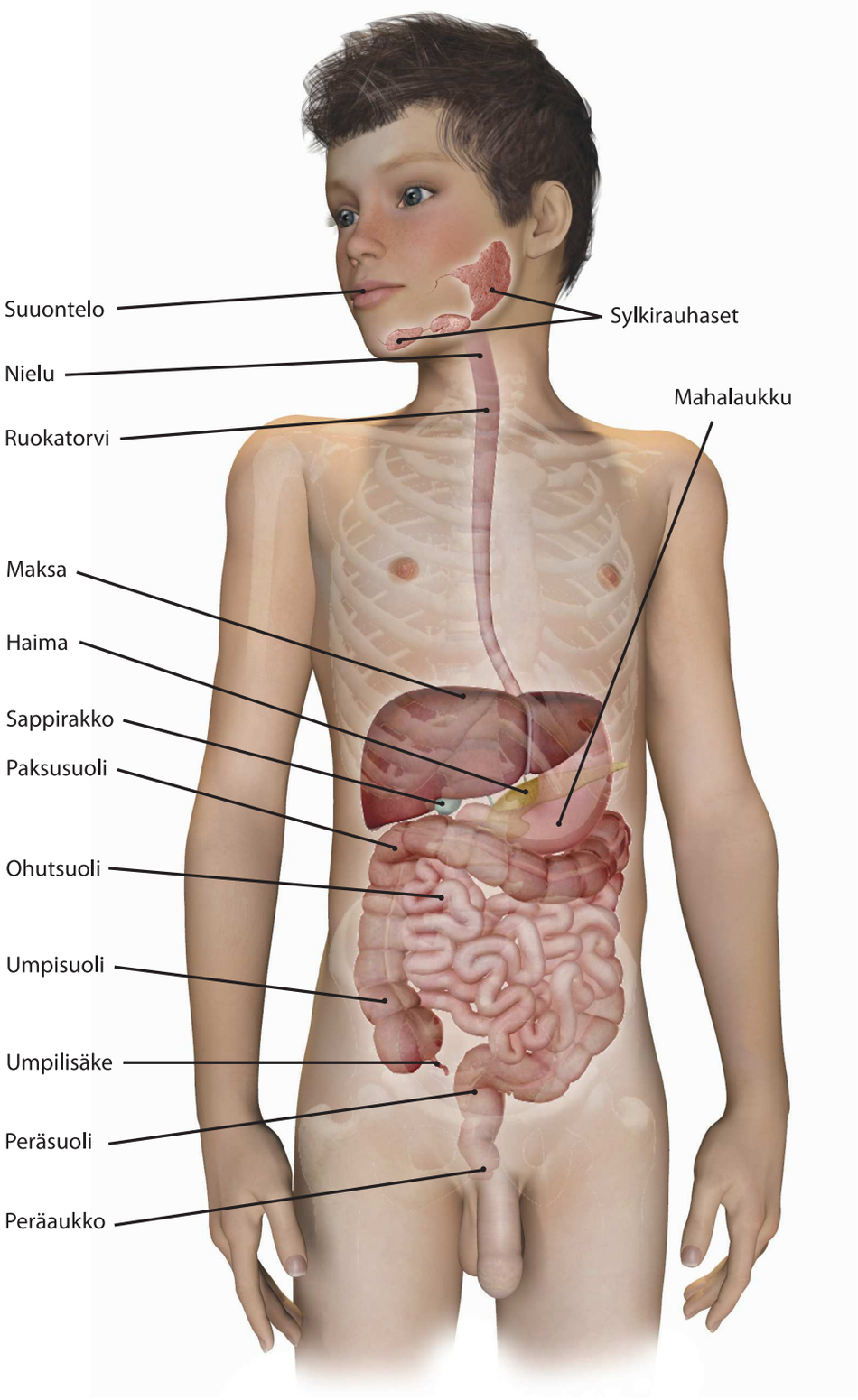
Toimit päihdeyksikössä 32-vuotiaan Ellan omahoitajana. Ellalla on pitkä päihdetausta, ja hän on nyt hakeutunut pitkään kestäneen juomakauden takia hoitoon. Ella on ihonväriltään todella keltainen, mitä hän itsekin ihmettelee. Osaatko selittää Ellalle, mistä hänen keltaisuutensa johtuu?

Ruoansulatuksen eteneminen

Ruoansulatus voidaan jakaa neljään osaan.

1. Ruoan mekaaninen pilkkoutuminen ja ruoan mekaaninen eteenpäin kuljetus.
2. Entsyymien tuotanto ruoansulatusrauhasissa.
3. Entsyymien avulla tapahtuva ravintoaineiden pilkkoutuminen.
4. Ohutsuolessa sekä osin paksusuolessa tapahtuva imeytyminen.

Ruoansulatuselimistö



Ruoansulatuskanavan elimet:

suuontelo (*cavum oris*),

nielu (*pharynx*),

ruokatorvi (*oseophagus*),

mahalaukku (*ventriculus*),

ohutsuoli (*intestinum tenue*), jonka alkuosa muodostuu pohjukaissuolesta (*duodenum*) ja loppuosa tyhjäsuolesta (*jejunum*) ja sykkyräsuolesta (*ileum*),

paksusuoli (*colon*),

umpisuoli (*caecum*),

umpilisäke (*appendix*),

peräsuoli (*rectum*),

peräaukko (*anus*)

Ruoansulatusrauhaset:

sylkirauhaset

maksa (*hepar*),

haima (*pancreas*), sappea varastoiva

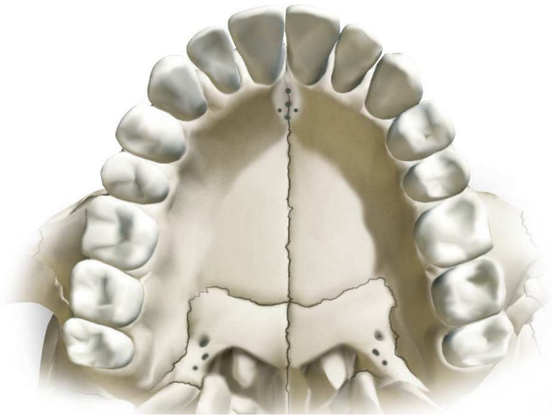
sappirakko (*vesica fellea*)

Suuontelo

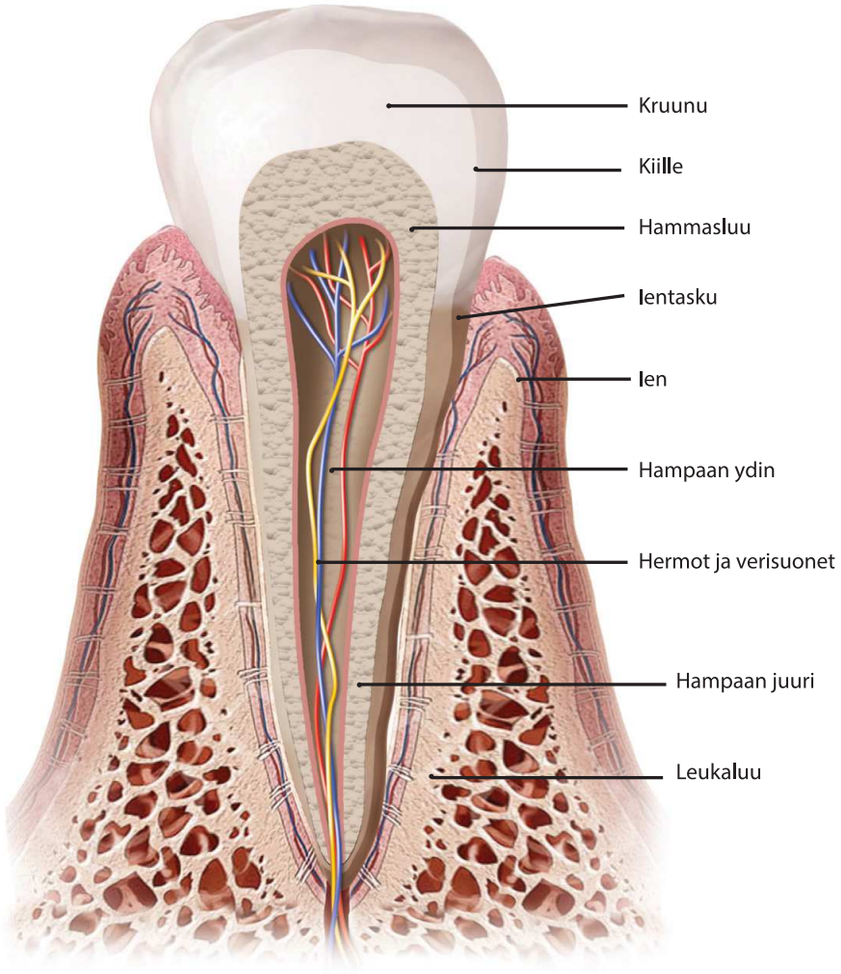
Suuontelossa ruoka hienonnetaan hampaiden avulla. Ruoan mekaaniseen pienentämiseen tarvitaan hampaiden lisäksi myös kielen ja poskilihasten apua. Suuontelon katto muodostuu kovasta ja pehmeästä suulaesta, ja suuontelon pohjalla on kieli. Suuonteloon erittyy sylkirauhasista sylkeä, joka sekoittuu ruokaan ja tekee sen helpommin nieltäväksi. Syljen amylaasientsyymi aloittaa sokereihin kuuluvan tärkkelyksen pilkkomisen jo suussa. Syljessä on myös mikrobien kasvua torjuvia aineita.

Hampaat

a) Ihmisellä on lapsena 22 maitohammasta. Ne vaihtuvat 6–12 ikävuoden välillä pysyviksi rautahampaiksi. Rautahampaita on yhteensä 32, sekä ylä- että alaleuassa 16. Takimmaisia hampaita kutsutaan viisaudenhampaiksi. Ne puhkeavat yleensä vasta 17–30 vuoden iässä.



b) Hampaan näkyvää osaa kutsutaan **kruunuksi**. Hampaan juuri on **leukaluun** hammaskuopassa. Kruunun pinnalla on ihmisruumiin kovinta kudosta, 1) **hammaskiillettä**. 2) **Hammasluun** sisällä on 3) ydin, jossa on **hermoja** ja **verisuonia**. Juuri kiinnittyy leukaluuhun sidekudossäikeiden avulla.



Nielu

Nielu sijaitsee nenäontelon ja suuontelon takana ja osittain myös kurkunpään takana. Kieli työntää ruoan kohti nielua. Kun ruokapala koskettaa kitalakea, tapahtuu nielemisheijaste ja ruoka siirtyy ruokatorveen. Samalla kurkunkansi sulkeutuu, mikä estää ruoan pääsyn henkitorveen.

Ruokatorvi

Ruokatorvi sijaitsee henkitorven takana, ja se on aikuisella noin 25 cm pitkä. Ruokatorvi on putki, jonka seinämässä on sileää lihaskudosta. Ruokatorven aaltomaiset, tahdosta riippumattomat liikkeet kuljettavat ruokaa eteenpäin kohti mahalaukkua. Tätä liikettä kutsutaan peristaltiikaksi. Ohutsuolessa ja paksusuolessa on myös toisenlaista sileän lihaskudoksen aiheuttamaa sekoittavaa liikettä, jota sanotaan segmentaatioksi. Ruokatorven rengasmainen lihaskerros on erityisen voimakas ruokatorven ylä- ja alapäässä, missä ne toimivat sulkijalihaksina. Ylempi sulkijalihas estää ilman pääsyyn mahalaukkuun hengittämisen aikana ja alempi estää ruokasulan nousemisen takaisin ruokatorveen.

Mahalaukku

Mahalaukku sijaitsee pallealihaksen vasemman puolen alla. Mahalaukku on ruokavarasto, joka on tyhjänä pieni mutta venyy syödyn ruoan myötä. Mahalaukun seinämissä on paksu, sileästä lihaskudoksesta muodostunut lihaskerros, joka huolehtii ruoan sekoittamisesta mahanesteeseen. Ohutsuolen suulla lihaskerros muodostaa sulkijalihaksen, mahanportin, joka säätelee ruokasulan pääsyä ohutsuoleen. Mahan seinämässä on rauhasia, jotka sijaitsevat limakalvon kuopakkeissa. Rauhaset erittävät mahanestettä noin kaksi litraa vuorokaudessa. Mahanesteessä on suolahappoa ja pepsiinientsyymiä. Voimakkaan hapan suolahappo tuhoaa mikrobit ja pilkkoo ruoan rakenteita vellimäiseksi. Lisäksi sitä tarvitaan pepsiinin esiasteen, pepsinogeenin, muuttumiseksi pepsiiniksi. Pepsiini aloittaa proteiinimolekyylien pilkkomisen. Lisäksi mahanesteessä on limaa, jota erittyy maharauhasten suuosan soluista. Liman tehtävänä on suojata mahan omaa seinämää hapon ja entsyymien vaikutukselta. Mahalaukun peristaltiikka sekoittaa mahansisällön, joka on hapanta velliä eli ruokasulaa, ja kuljettaa sitä kohti ohutsuolta.

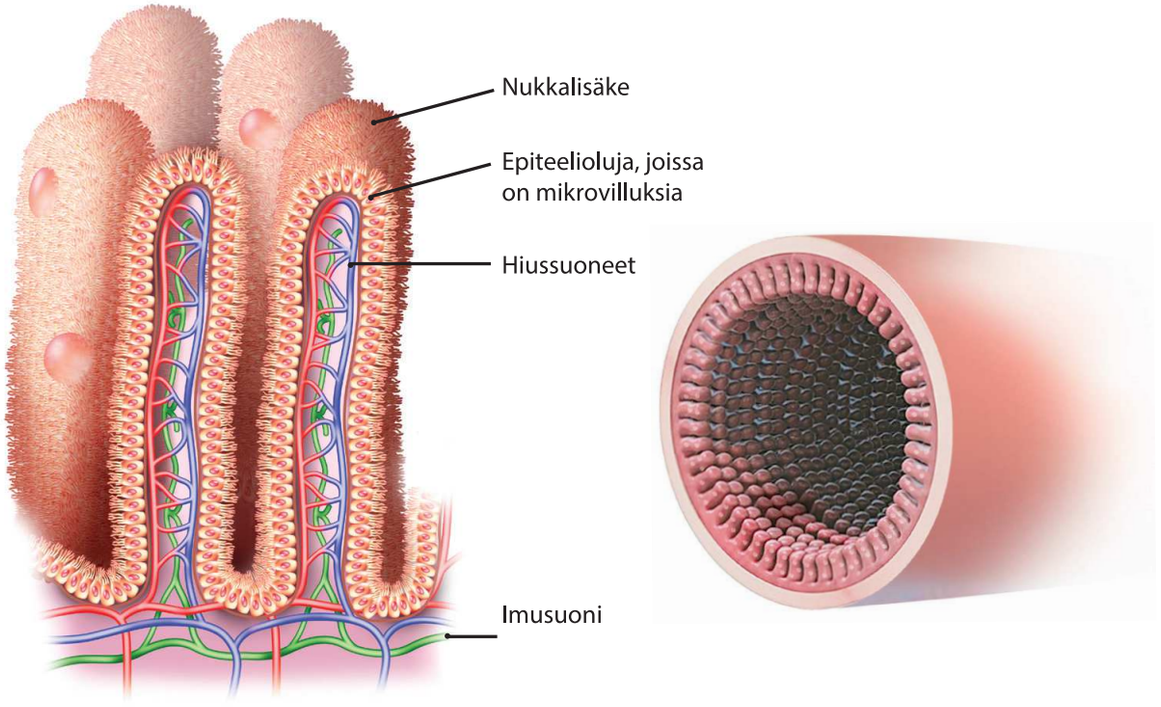
Peristaltiikka
Peristaltiikka on sileiden lihasten aikaansaamaa sekoittavaa liikettä.

Tunnet olosi kylläiseksi, kun mahasi on puoliksi täynnä.

Ohutsuoli

Mahalaukusta ruokasula siirtyy vähitellen pieninä annoksina ohutsuoleen. Ohutsuolessa ravintoaineiden hajoaminen jatkuu ja ravintoaineet imeytyvät verenkiertoon ja imusuoniin. Ohutsuolen pinnalla on rakenteita, jotka laajentavat imeytymispinta-alan mahdollisimman suureksi. Ohutsuolen limakalvon solut tuottavat runsaasti suolinestettä, jossa on limaa sekä hiilihydraatteja ja proteiineja pilkkovia entsyymejä. Sappitiehyt tuo sapesta ohutsuolen alkuosaan maksan valmistamaa sappinestettä. Sappinesteessä olevat sappisuolat muokkaavat rasvamolekyylejä imeytyvään muotoon. Ohutsuolen alkuosaan tulee myös haimanestettä haimatiehyttä pitkin.

Ohutsuoli on elävällä ihmisellä noin 2–3 metriä pitkä. Ruoan kulkeutumiseen suolen päästä päähän kuluu noin 3–5 tuntia. Kun ohutsuoleen tulee uutta materiaalia, segmentaatioliikkeet sekoittavat suolen sisällön ruoansulatusnesteisiin, kääntelevät suolen sisältöä niin, että se joutuu kosketuksiin imeytymispinnan kanssa, ja kuljettavat ruokasulaa eteenpäin. Kun suurin osa ravinnosta on imeytynyt, peristalttiset liikkeet tyhjentävät ohutsuolen ja kuljettavat ruoantähteet, irronneet epiteelisolut ja bakteerit eteenpäin paksusuoleen.



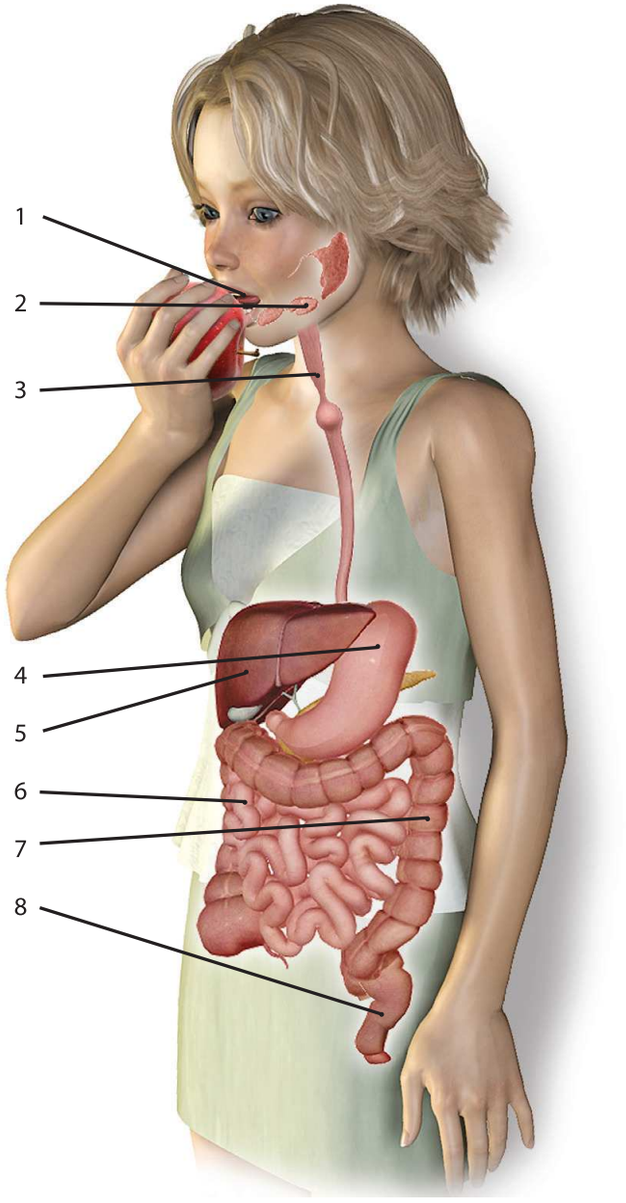
Ohutsuolen kuten koko ruoansulatuskanavan poikkileikkauksessa on erotettavissa useita sidekudos- ja lihaskudoskerroksia. Sisin kudoskerros on limakalvo. Ohutsuolen sisäpinnan pinta-alaa laajentavat **rengaspoimut** ja suolen pintaa tiheänä mattona peittävät **nukkalisäkkeet**. Nukkalisäkkeet ovat millimetrin korkuisia ulokkeita, joiden sisällä on hiussuonia ja imusuoni. Lisäksi pinta-alaa kasvattavat **mikrovillukset**, joita on noin 1000 jokaisessa ohutsuolen **epiteelisolussa**. Ohutsuolen pinta-ala on näiden tekijöiden ansiosta valtava, aikuisella ihmisellä noin 250 m^2.

Paksusuoli

Ohutsuolessa sulamaton ruoka kulkeutuu paksusuoleen. Paksusuolessa jäännösmassa kiinteytyy, koska suurin osa vedestä imeytyy takaisin elimistöön. Paksusuolen bakteerit pilkkovat selluloosaa ja muita sulamattomia hiilihydraatteja. Ne tuottavat B-ryhmän vitamiinia ja K-vitamiinia. Ruoansulatuskanavan bakteerit myös suojaavat elimistöä taudinaiheuttajilta ja uusimpien tutkimusten mukaan häiriöt bakteerikannassa voivat olla myös monien kroonisten sairauksien taustalla. Bakteerien hajottaessa kuituja syntyy kaasuja, jotka poistuvat imeytymällä verenkiertoon ja siitä edelleen uloshengitysilmaan. Osa kaasusta poistuu peräaukon kautta. Suolikaasun voimakas haju johtuu rikkiyhdisteistä. Ohutsuolen ja paksusuolen liittymiskohdan alapuolelle jäävät umpisuoli ja umpilisäke. Umpisuoli on paksusuolen pussimainen alkuosa. Umpilisäke on imukudosta, ja se voi joskus tulehtua.

Peräsuoli

Jäännösmassa kulkeutuu peräsuolen kautta peräaukonkanavaan, josta se voidaan ulostaa pois. Kun peräsuolen paine kasvaa tarpeeksi suureksi, syntyy tarve ulostaa. Ihmisen ulostaessa tahdonalainen sulkijalihas avautuu. Vatsa- ja rintaontelo paineen avulla uloste poistuu kehosta.



Ruoansulatuksen vaiheet

1. **Suussa** alkaa mekaaninen ruoan hienontaminen.
2. **Sylkirauhaset** erittävät sylkeä, ja ruoan kemiallinen hajoaminen alkaa.
3. Nielusta ruoka siirtyy **ruokatorveen**, josta se siirtyy mahaan.
4. **Mahassa** ruoan sekoittelu ja kemiallinen pilkkominen jatkuvat.
5. **Maksan** erittämä sappi osallistuu rasvojen käsittelyyn ohutsuolen alkuosassa
6. **Ohutsuolessa** ravintoaineet pilkkoutuvat ja imeytyvät verenkiertoon.
7. **Paksusuolessa** imeytyy vettä.
8. **Peräsuoli** varastoi ulosteen, ennen kuin se poistuu **peräaukon** kautta

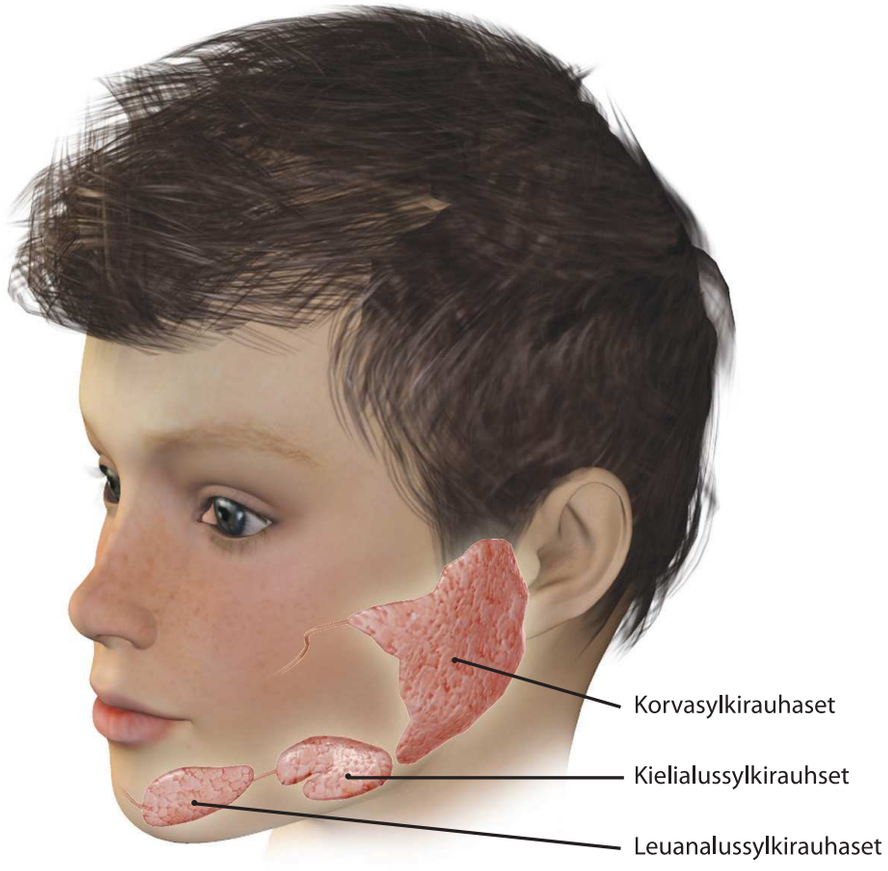
Ruoansulatusrauhaset

Sylkirauhaset

Suussa on paljon pieniä sylkirauhasia, ne sijaitsevat kielen, huulien ja erityisesti poskien ja suulaen limakalvoilla. Suuria sylkirauhasia on kolme paria. Sylkirauhaset tuottavat noin 1,5 litraa sylkeä vuorokaudessa. Sylki liukastaa ruokaa ja helpottaa ruoan nielemistä. Sylki sisältää myös amylaasi-entsyymiä, joka aloittaa hiilihydraattien pilkkomisen jo suussa.

Suuret sylkirauhaset

Suurista sylkirauhasista avautuu suuhun omat tiehyet. Suuret sylkirauhaset ovat **korvasylkirauhanen** (*glandula parotis*), **kielenalussylkirauhanen** (*glandula sublingualis*) ja **leuanalussylkirauhanen** (*glandula submandibularis*). Suuret sylkirauhaset sijaitsevat molemmilla puolilla päätä, joten niitä on yhteensä kuusi.



Haima

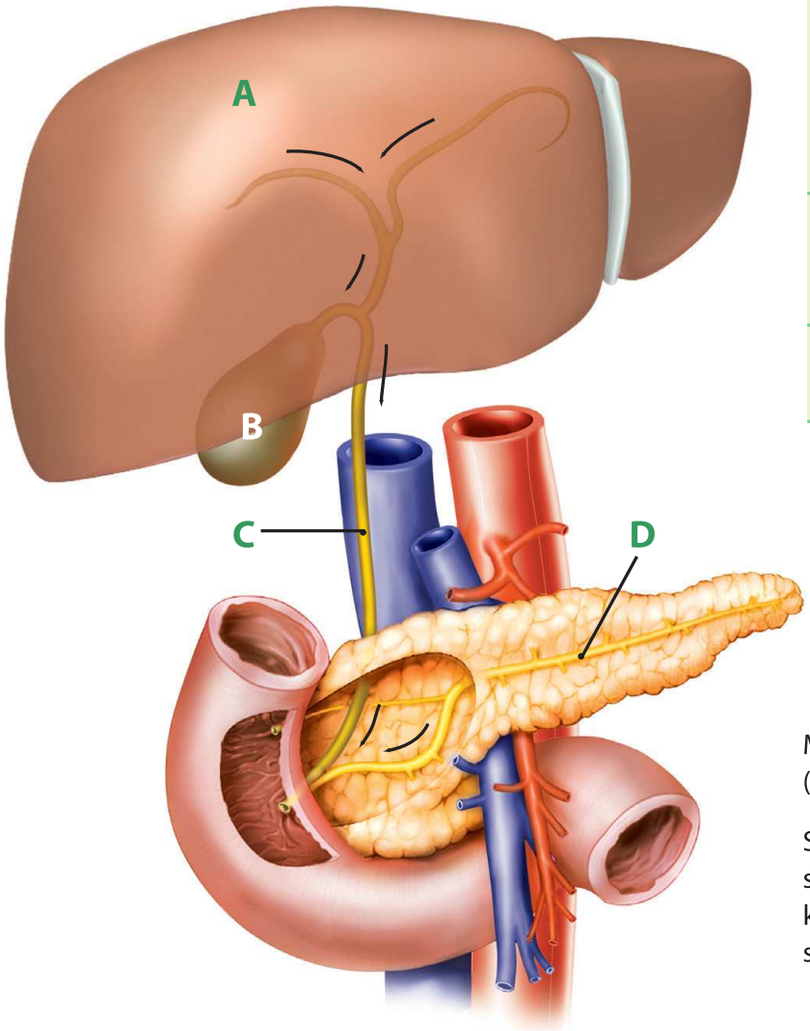
Haima on noin 100 g painava elin, joka sijaitsee vatsaontelon pohjassa mahalaukun ja pohjukaissuolen takana. Haiman avoeritteiset (eksokriiniset) rauhaset erittävät haimanestettä ohutsuolen alkuosassa, jossa on useita erilaisia entsyymejä. Umpieritteiset (endokriiniset) solut erittävät insuliinia ja glukagonia verenkiertoon, jotka ovat sokeriaineenvaihduntaan vaikuttavia hormoneja. Haiman entsyymit hajottavat kaikkia ravintoaineita. Haimanesteellä on myös tärkeä pohjukaissuolta suojaava tehtävä. Se neutraloi mahasta ruokasulan mukana tullutta suolahappoa.

Maksa ja sappirakko

Maksa on elimistön suurin rauhanen. Se painaa noin 1,5 kg, ja se sijaitsee pallean alla oikealla puolella. Maksa jakautuu kahteen päälohkoon. Maksan verenkierto poikkeaa muiden elinten verenkierrosta. Maksalla on satoja eri tehtäviä, mutta ruoansulatuksessa sen tehtävänä on tuottaa sappea. Sapessa on sappisuoloja, jotka muokkaavat ohutsuolessa ravinnon mukana tulleita rasvoja. Sapen mukana poistuu myös kuona-aineita, kolesterolia ja bilirubiinia. Bilirubiini on keltainen väriaine, jota tulee maksaan hajonneista punasoluista. Se värjää ulosteen ruskeaksi.

Maksan tehtävät

Tehtävä	Maksan toiminta
Ruoansulatus	– Valmistaa sappisuoloja kolesterolista. – Käsittelee ruoansulatuskanavasta porttilaskimoa pitkin tulevan veren.
Varasto	– Valmistaa ja varastoi varastosokeria eli glykogeeniä, josta elimistö saa nopeasti sokeria käyttöönsä. – Varastoi rautaa ja rasvaliukoisia vitamiineja (A, D, K, B_{12}). – Varastoi verta. – Varastoi myrkyllisiä aineita, joita se ei voi hajottaa
Haitallisten aineiden poistaminen verestä	– Muuttaa ammoniakin ureaksi. – Hajottaa alkoholin ja muita myrkyllisiä aineita – Hajottaa hormoneja ja lääkeaineita – Hajottaa vanhoja punasoluja
Kemiallinen tehdas	– Valmistaa sikiöllä veren proteiineja. – Valmistaa hormoneja.
Elimistön puolustus	– Maksan makrofagit tuhoavat mikrobeja.



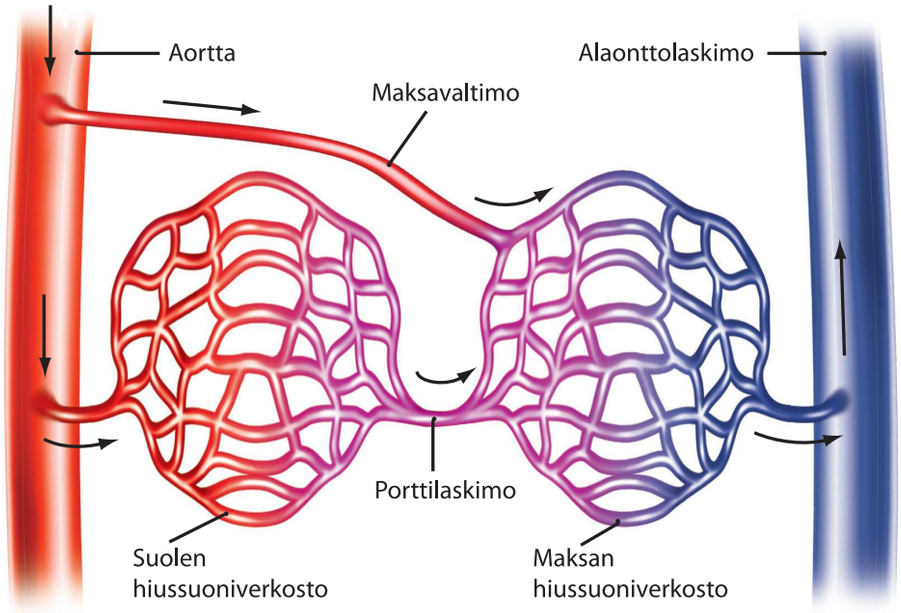
Maksasta (A) sappineste siirtyy sappirakkoon (B) varastoon.

Sapenjohdinta (C) pitkin sappineste siirtyy ohutsuolen alkuosaan. Haimaneste kerääntyy haimatiehyeen (D), joka yhtyy sapenjohtimeen, ennen pohjukaissuolta.

Maksasta valmis sappi kulkee sapenjohdinta pitkin sappirakkoon, joka on maksan pussimainen sappivarasto. Sappirakosta sappi pääsee ohutsuolen alkuosaan sappitiehyttä pitkin. Joskus sappi saostuu sappirakossa, jolloin muodostuu sappikiviä. Sappitiehyisiin päätyessään sappikivet aiheuttavat kivuliaita oireita. Maksassa ruoansulatuskanavasta imeytyneet, porttilaskimoa pitkin maksaan tulevat aineet käsitellään.

Maksan verenkierto

Maksaan tulee verta kahta valtimoa pitkin. **Maksavaltimo** tuo hapekasta verta maksasoluille **aortasta**. **Porttilaskimo** taas tuo vähähappista verta suolistosta maksaan. Maksa käsittelee ruoansulatuskanavasta tulleen veren, ja käsitelty, ravinteikas veri sekä maksavaltimoa pitkin tullut veri palaavat maksalaskimoa pitkin **alaonttolaskimoon**.



Ravintoaineiden pilkkoutuminen ja imeytyminen

Ravintoaineet pilkkoutuvat ruoansulatuskanavassa sellaiseen muotoon, että ne voivat imeytyä verenkiertoon ja imusuoniin ohutsuolen limakalvolta. Hiilihydraatit pilkotaan monosakkarideiksi eli sokereiksi, joissa on vain yksi hiilirengas, ennen kuin ne imeytyvät ohutsuolesta. Proteiinit pilkotaan aminohapoiksi ennen imeytymistään verenkiertoon ja rasvat glyseroliksi ja rasvahapoiksi, ennen kuin ne siirtyvät verenkiertoon ja suolinukan imusuoniin.

Laktoosi-intoleranssi

Maitosokeri eli laktoosi on disakkaridi, joka hajoaa ohutsuolessa laktaasientsyymin vaikutuksesta kahdeksi monosakkaridiksi: glukoosiksi ja ja galaktoosiksi. Lapsilla laktaasientsyymi hajottaa maitosokerin kokonaan, mutta osalla ihmisistä laktaasientsyymi häviää noin 20 vuoden ikään mennessä. Jos maitosokeri ei hajoa, se aiheuttaa ripulia ja ilmavaivoja. Laktaasientsyymin häviäminen ohutsuolesta on geenien säätelemää, ja Pohjois-Euroopassa laktaasin häviäminen ohutsuolesta aikuisena on harvinaisempaa kuin suurimmassa osassa maailmaa. Laktoosi-intoleranssia esiintyy koko maailmassa noin 50–75 %:lla ja Suomessa noin 17 %:lla väestöstä.

CASE | VASTAUS

Ruoansulatus

Ellan keltainen väri johtuu siitä, että hänellä on toden näköisesti alkoholihepatiitti. Hänen maksansa ei toimi enää kunnollisesti, minkä vuoksi se ei pysty poistamaan verestä bilirubiinia sappinesteeseen, jolloin väriaine kertyy verenkiertoon. Alkoholin palaessa maksassa sokeri- ja proteiiniaineenvaihdunta estyy ja maksaan kertyy rasvaa, jolloin syntyy rasvamaksa. Rasvamaksa muuttuu nopeasti akuutiksi maksatulehdukseksi eli alkoholihepatiitiksi. Tila on hengenvaarallinen, mutta siitä on mahdollisuus parantua, jos potilas lopettaa juomisen kokonaan.

TEHTÄVÄT

1. a) Kerro, mitä syömällesi juusto-sämpylälle tapahtuu matkalla suusta ohutsuoleen.
   b) Mitä ravintoaineille tapahtuu sen jälkeen, kun ne ovat imeytyneet ohutsuolesta?
2. Ota selvää, millaisia vitamiinin ja ravinnon puutostiloja ovat a) beriberi, b) marasmi, c) kvasiorkor ja d) keripukki.
3. Ota selvää, millaisia ruokavalioita ovat paleoruokavalio ja vegaaniruokavalio. Onko näissä ruokavalioissa tekijöitä, jotka eivät ole hyväksi terveydelle? Perustele.

8

Virtsaneritys

- Virtsaneritys säätelee elimistön nestetasapainoa ja kivennäisaine- ja happo-emästasapainoa.
- Virtsan mukana poistuu elimistön kuona-aineita.
- Ihmisellä on kaksi munuaista, jotka sijaitsevat vatsaontelon takaosassa.
- Munuaisissa on nefroneita, hyvin pieniä yksiköitä, jotka suodattavat verestä virtsaa.
- Munuaiset suodattavat alkuvirtsaa noin 180 litraa vuorokaudessa, mutta lopullista virtsaa erittyy vuorokaudessa noin 1–2 litraa.

CASE | Mitä teet?

Toimit lähihoitajan vanhusten palvelutalossa. Menet aamukäynnille 88-vuotiaan Tyynen luokse. Tyyne on mukava, elämäänsä tyytyväinen vanhus, jonka muisti toimii vielä hyvin. Tänä aamuna Tyyne on kuitenkin ärtyisä ja puhuu sekavia. Tyyne käy käyntisi aikana WC:ssä monta kertaa, ja WC:stä tulee voimakas haju. Mistähän voisi olla kyse?

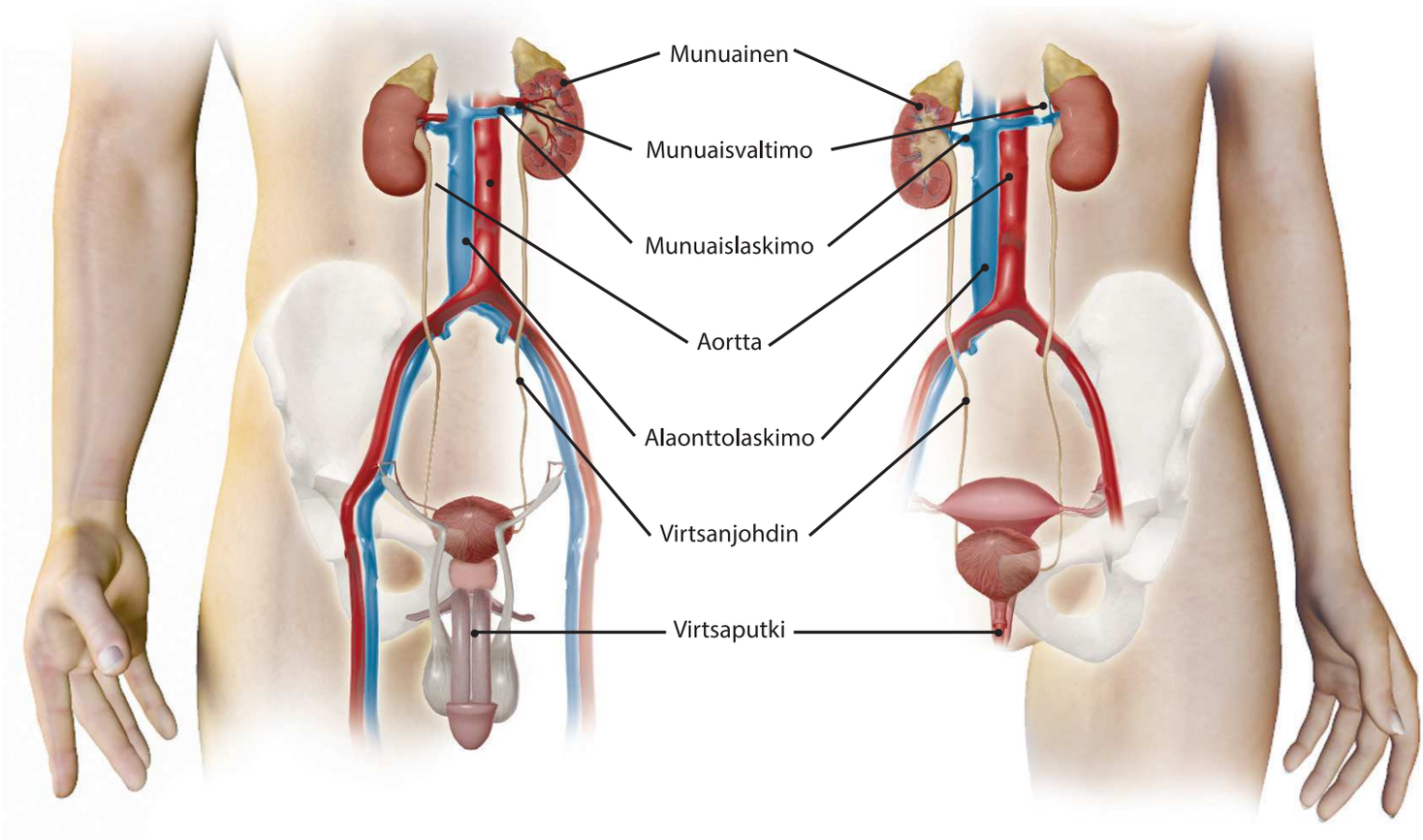
Virtsaerityselimet

Virtsaerityselimistöön kuuluu kaksi pavunmuotoista munuaista, jotka valmistavat virtsaa, virtsanjohtimet, virtsaa varastoiva virtsarakko ja virtsaputki. Munuaisten tärkeimmät tehtävät ovat nestetasapainon ylläpito ja kuona-aineiden poisto. Munuaiset pitävät yllä myös elimistön suola- ja happo-emästasapainoa. Näiden tehtävien lisäksi ne valmistavat hormoneja. Munuaisten verenkierto on vilkas. Niiden läpi virtaa noin 1,2 litraa verta minuutissa. Ilman munuaisia ihminen ei voisi elää, mutta yhdelläkin munuaisella tulee toimeen.

Virtsanvalmistus tapahtuu munuaisen kuoriosan mikroskooppisen pienissä nefroneissa. Niiden toimintaa säätelevät tarkasti keskushermosto ja hormonit. Valmis virtsa poistuu elimistöstä virtsateiden kautta. Virtsaa tutkimalla saadaan paljon hyödyllistä tietoa elimistön tilasta.

Virtsaerityselimet

Mies **Nainen**



Munuaiset (*ren*, mon. *renes*) sijaitsevat vatsaontelon takaseinämässä, selkärangan molemmin puolin, alimpien kylkiluiden suojassa. Oikea munuainen on alempana kuin vasen munuainen. **Aortasta** haarautuvat molempiin munuaisiin **munuaisvaltimot**, jotka kulkevat munuaisportista (*hilus renalis*) munuaisen sisään. Munuaisvaltimoiden rinnalla kulkevat **munuaislaskimot**, jotka kuljettavat verta munuaisista **alaontto-laskimoon**.

Virtsanjohtimet (*ureter*) kuljettavat munuaisportin kautta valmiin virtsan munuaisista virtsarakkoon.

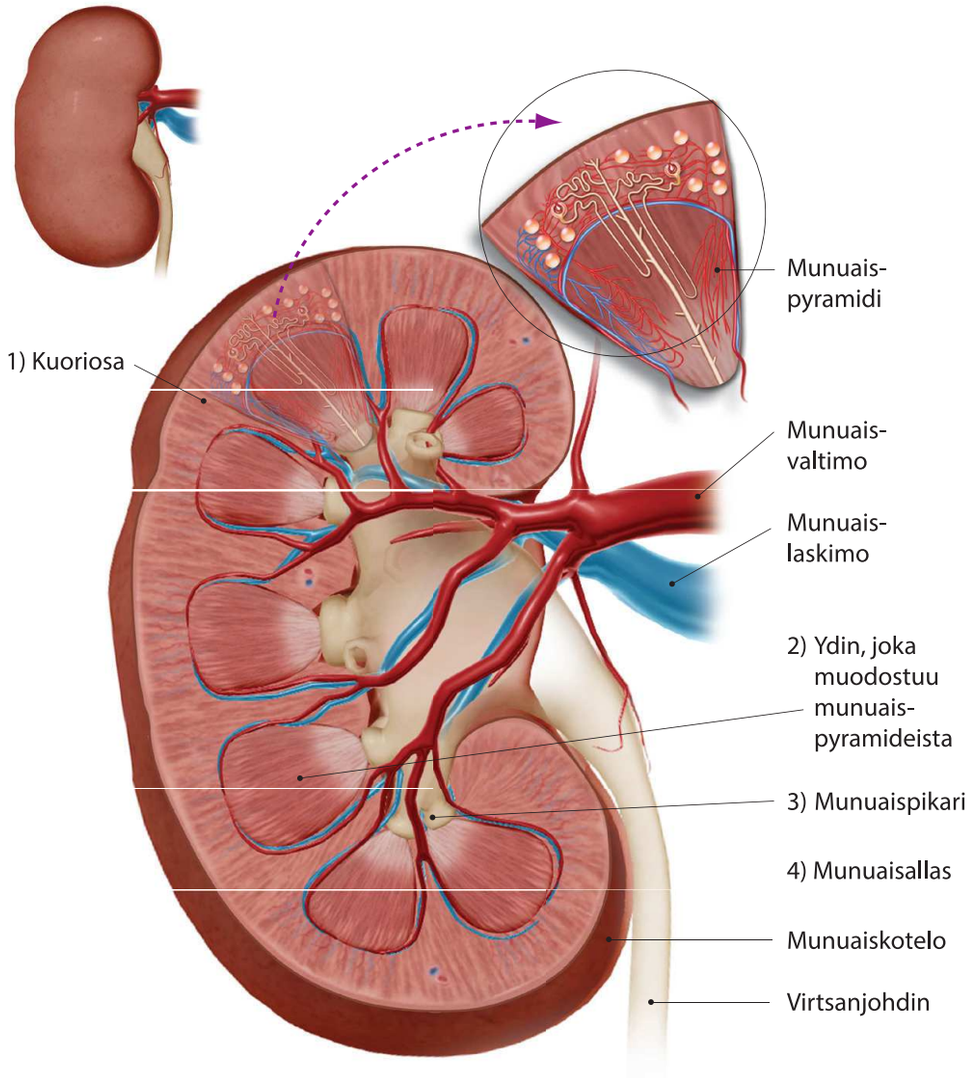
Virtsarakko (*vesica urinaria*) on sileää lihaskudosta.

Virtsaputki (*urethra*) johtaa virtsan ulos elimistöstä. Virtsarakon sulkija-lihas toimii varhaislapsuuden jälkeen tahdonalaisesti.

Munuaiset

Munuaisia ympäröi sidekudoksinen **kotelo**. Ne painavat yhteensä noin 300 grammaa ja ovat noin 10–12 cm pitkiä. Munuaisissa voi erottaa kaksi kerrosta:

1) **Kuoriosassa** on vilkas verenkierto, koska siinä sijaitsevat munuaisten toiminnallisten osien, nefronien, verta suodattavat osat.
2) **Munuaisten ydinkerroksessa** erottuvat **munuaispyramidit**, joissa sijaitsevat nefronien virtsaa muodostavat munuaistiehyet ja kokoojaputket, jotka tuovat valmiin virtsan
3) **munuaispikarien kautta**
4) **munuaisaltaaseen**.



Munuaiset pitävät yllä elimistön tasapainoa eli homeostaasia

Munuaiset suodattavat verestä alkuvirtsaa, jota syntyy vuorokauden aikana 160–180 litraa. Suurin osa munuaistiehyisiin suodattuneesta vedestä otetaan takaisin verenkiertoon. Suuri alkuvirtsan määrä johtuu siitä, että veri kulkee munuaisten suodatusjärjestelmän läpi useita kertoja vuorokaudessa. Munuaiset valmistavat alkuvirtsasta valmista virtsaa noin 1–2 litraa vuorokaudessa sen mukaan, kuinka paljon ihminen juo ja syö nestepitoista ravintoa. Myös runsas hikoilu vaikuttaa poistettavan nesteen ja elimistöstä poistettavan suolan määrään.

Valkuaisaineiden hajotessa elimistössä syntyy ammoniakkia, joka on myrkyllistä elimistölle. Maksa muuttaa ammoniakin myrkyttömäksi ureaksi, joka poistuu virtsan mukana. Urea antaa virtsalle sen pistävän ominaishajun. Virtsan mukana poistuu myös sappiväriaineita, jotka värjäävät virtsan keltaiseksi. Virtsassa on veteen liuenneita suoloja eli elektrolyyttejä. Jos ihminen syö suolaista ruokaa, liika suola poistuu virtsan mukana. Jos taas suolaa poistuu runsaan hikoilun mukana liikaa, alkuvirtsaan erittynyt suola otetaan takaisin verenkiertoon. Virtsan mukana poistuvat myös liiat hapot ja emäkset, hormonit ja vierasaineet, kuten lääkeaineet ja ravinnon lisäaineet.

Teollisuudessa käytetään ureaa esimerkiksi lannoitteissa, muovin raaka-aineena ja kosmetiikassa.

Munuaiset valmistavat punasolujen muodostusta ja kypsymistä stimuloivaa erytropoietiinihormonia (epo) ja reniinientsyymiä. Reniini säätelee angiotensiinin muodostusta. Angiotensiini taas lisää aldosteronihormonin erittymistä lisämunuaisen kuoriosasta. Lisäksi munuaiset muuttavat D-vitamiinin aktiiviseen muotoon.

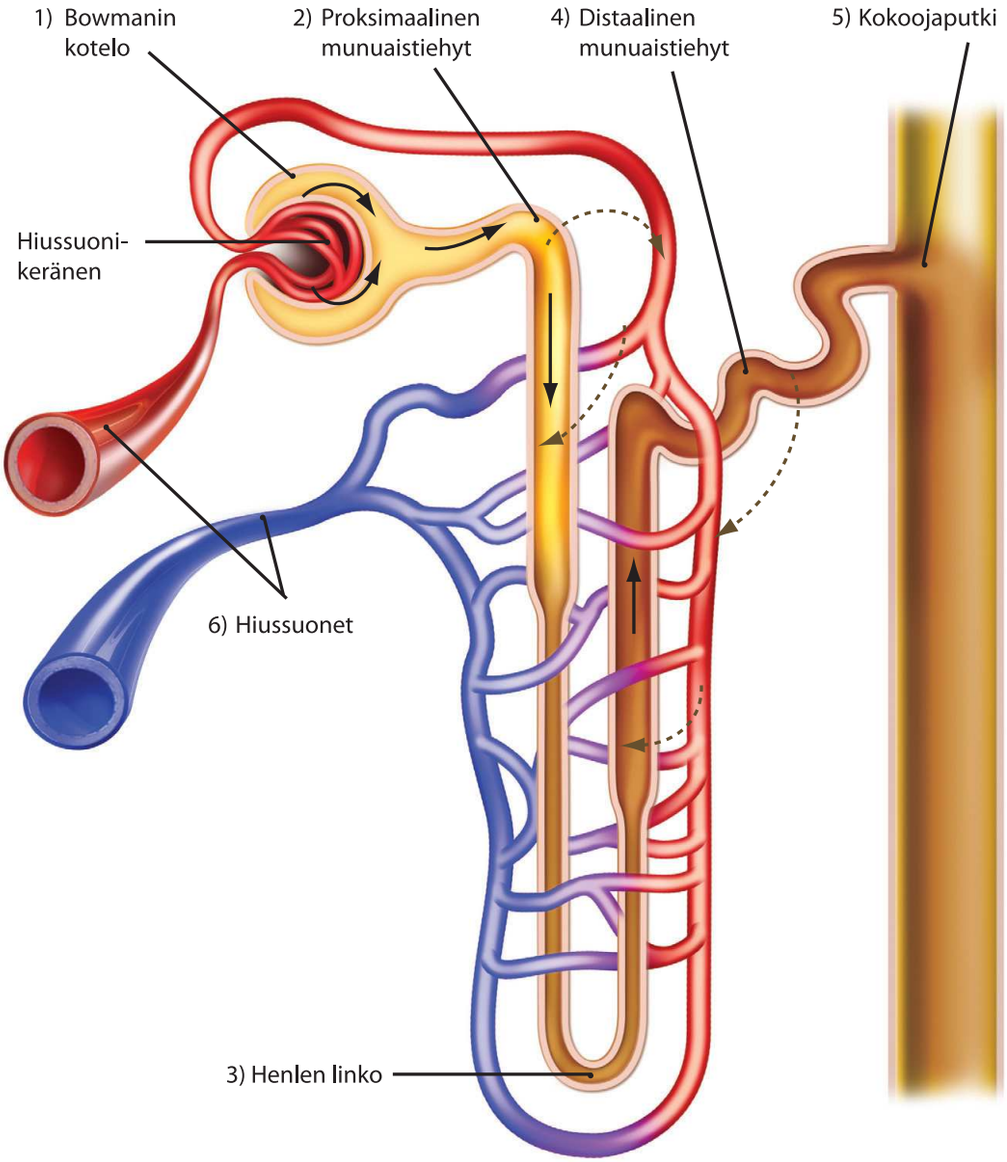
Virtsan valmistus nefroneissa

Virtsan valmistuksessa on kolme vaihetta: suodatus, takaisinimeytyminen ja eritys

Suodatusvaiheessa munuaisvaltimot tuovat yhteensä 1,5 litraa verta minuutissa munuaisiin. Munuaisvaltimot haarautuvat pienemmiksi valtimoiksi, ja lopulta jokaiseen munuaisen mikroskooppisen pieneen nefroniin kulkee yksi pikkuvaltimo, joka haarautuu hiussuonikimpuksi. Hiussuonten seinämien rei'istä suodattuu plasmaa keräsen koteloon korkean verenpaineen puskemana. Suodattunut plasma on alkuvirtsaa, jonka seassa on hiussuonen seinämän läpi päässeitä pienimolekyylisiä aineita. Alkuvirtsaan siis suodattuu paljon ylimääräistä ja tarpeellista. Suurin osa näistä aineista otetaan seuraavassa vaiheessa takaisin vereen.

Takaisinimeytymisvaiheessa alkuvirtsaan suodattuneet elimistölle tärkeät molekyylit imeytyvät munuaistiehyistä takaisin tiehyiden ympärillä kulkeviin hiussuoniin. Tällaisia aineita ovat aminohapot, glukoosi ja suolat. Vuorokauden aikana munuaistiehyistä imeytyy takaisin noin 150 g glukoosia ja 1,5 kg suolaa. Verisolut ja veren proteiinit eivät suuren kokonsa vuoksi normaalitilanteessa joudu alkuvirtsaan. Suurin osa alkuvirtsan vedestä siirtyy takaisin verenkiertoon munuaistiehyistä ja kokoojaputkesta. Viimeinen vaihe on eritys. Virtsaan siirtyy verestä aktiivisen kuljetuksen avulla suolaioneja, happoja, emäksiä, elimistön omia kuona-aineita (urea, kreatiniini) ja vierasaineita, vielä munuaistiehyen loppuosassa.

Nefronin rakenne



Kummassakin munuaisessa on noin miljoona pientä munuaisen toiminnallista yksikköä, nefronia. **Nefronissa** on

1) **Bowmanin kotelo**, jossa hiussuonikeränen (glomerulus) sijaisee. **Hiussuonikeräsessä** on muita hiussuonia korkeampi verenpaine, joka pusertaa plasmaa keräsen koteloon. Bowmanin kotelosta lähtee munuaistiehyt (kiemuratiehyt eli tubulus).

2) **Munuaistiehyen alkuosassa** (eli proksimaalisessa tubuluksessa) plasman mukana alkuvirtsaan suodattuneet elimistölle tärkeät molekyylit ja suurin osa vedestä otetaan takaisin verenkiertoon.

3) **Henlen linko** on se osa munuaistiehyttä, joka sijaitsee munuaisen ydinkerroksessa. Munuaisen ytimen suolapitoisuus on suuri. Siellä alkuvirtsasta pumpataan munuaisen ytimeen suolaa ja ureaa. Koska aineiden siirto tapahtuu kohti suurempaa suolapitoisuutta, se vaatii paljon energiaa.

4) **Munuaistiehyen loppuosassa** (eli distaalisessa tubuluksessa) virtsaan lisätään vielä suolaioneja, happoja ja emäksiä sen mukaan, mitä elimistössä on liikaa. Aineiden vaihto tässä osassa munuaistiehyttä ja kokoojaputkessa onkin hormonaalisesti säädeltyä. Myös kuona-aineita ja mahdollisia myrkkyjä ja lääkeaineita siirtyy virtsaan tässä vaiheessa.

5) Munuaistiehyet johtavat virtsan **kokoojaputkeen**, johon virtsa tulee useista nefroneista. Jos ADH (antidiureettinen hormoni) ei ole estämässä, kokoojaputkessa alkuvirtsasta palautuu verenkiertoon vettä vielä useita litroja. Kokoojaputket vievät virtsan munuaisen väkevän ytimen läpi munuaisaltaaseen, jolloin vettä siirtyy kohti pienempää vesipitoisuutta munuaisen ytimeen.

6) **Hiussuonet** kuljettavat verta eteenpäin munuaistiehyen ympärille, jossa aineet vaihtuvat alkuvirtsan ja veren välillä.

Virtsatiet ja virtsaaminen

Virtsateihin kuuluvat munuaisaltaat, virtsanjohtimet, virtsarakko ja virtsaputki. Munuaisaltaasta virtsa valuu virtsanjohtimia pitkin virtsarakkoon. Virtsarakon seinämä on sileää lihaskudosta, ja virtsarakosta lähtee virtsaputki, joka vie virtsan ulos kehosta.

Kun virtsarakkoon kertyy tarpeeksi virtsaa (yli 150 ml) ja virtsarakon seinämä venyy, syntyy virtsaamisheijaste, joka aluksi tuntuu virtsaamisen tarpeena. Tieto virtsarakon seinämän venymisestä kulkee selkäytimen alaosan virtsaamiskeskukseen, josta lähtee virtsarakon lihaksille supistumiskäsky, parasympaattisia, ei-tahdonalaisia hermoja pitkin. Samalla tieto supistumisesta kulkee hermoja pitkin aivosiltaan ja aivokuorelle, jossa se tulee tajuntaan. Virtsaaminen tapahtuu siten, että virtsaputken sulkijalihas avautuu tahdonalaisesti, virtsarakon suu relaksoituu ja virtsarakon seinämän lihakset supistuvat. Sen jälkeen rakko tyhjenee. Ihminen voi siirtää virtsaamista tahdonalaisesti, mutta kun rakossa on virtsaa noin puoli litraa, virtsaamista on miltei mahdotonta enää siirtää. Rakon tyhjentämiseen osallistuvat virtsarakon seinämän lihasten lisäksi vatsalihakset ja pallealihas. Pysty- ja istuma-asento helpottavat virtsaamista.

Jos potilas ei pysty jostain syystä itse virtsaamaan, potilaalle asetetaan virtsakatetri. Potilaan virtsarakko voidaan tyhjentää katetroinnin avulla. Katetri on ohut muovinen putki, joka laitetaan potilaan virstarakkoon. Katetreja on erilaisia ja erikokoisia. Katetri valitaan aina käyttötarkoituksen ja potilaan koon mukaan. Katetrointi voi olla kerta- tai kestokatetrointia. Katetrointi kuuluu lähihoitajan työtehtäviin, ja sitä harjoitellaan paljon koulutuksen aikana. Katetroinnissa pitää aina noudattaa huolellista aseptista toimintatapaa.

Virtsanerityksen säätely

Se, kuinka paljon virtsaa munuaiset vuorokauden aikana erittävät, riippuu nautitun nesteen määrästä ja ravinnosta. Suola-ionien poistaminen elimistöstä vaatii paljon vettä, joten suolaisen ruoan nauttimisen jälkeen aivojen hypotalamuksen janokeskus ilmoittaa elimistön veden tarpeesta janon tunteena. Myös runsas hikoilu ja verenvuodosta johtuva verimäärän väheneminen aiheuttavat janoa. Janokeskuksessa on veren suolapitoisuuden vaihteluille herkkiä soluja, osmoreseptoreita. Ne reagoivat veren suolapitoisuuden kasvuun aiheuttamalla janon tunteen.

Hermoston lisäksi nestetasapainoa ja virtsan määrää säätelevät hormonit. Väliaivojen erittämä ADH eli antidiureettinen hormoni vaikuttaa munuaisiin siten, että alkuvirtsasta imeytyy vettä enemmän takaisin verenkiertoon ja virtsan määrä vähenee. Kuume, kipu ja stressi lisäävät ADH:n määrää. Alkoholi taas vähentää sitä, jolloin seurauksena on virtsan määrän lisääntyminen.

Lisämunuaisten kuorikerroksesta erittyvä aldosteronihormoni säätelee elimistön natriumpitoisuutta. Aldosteronin vaikutuksesta natriumia imeytyy takaisin verenkiertoon munuaistiehyestä, ja samalla aldosteroni edistää kaliumin erittymistä virtsaan. Kloridi-ionit ja vesi seuraavat natriumia virtsaan, joten aldosteronin puute johtaa elimistön kuivumiseen ja lopulta kuolemaan.

Virtsan koostumus

Aikuisen 70 kg painavan ihmisen on erittävä noin 500 ml virtsaa vuorokaudessa, jotta kaikki kuona-aineet poistuisivat elimistöstä normaalisti. Virtsasta suurin osa, noin 95 %, on vettä. Veteen liuenneesta aineesta noin puolet on typpipitoista ureaa eli virtsa-ainetta. Muita orgaanisia aineenvaihduntatuotteita ovat nukleiinihappoaineenvaihdunnasta peräisin oleva virtsahappo ja lihasten energia-aineenvaihdunnan lopputuote kreatiniini.

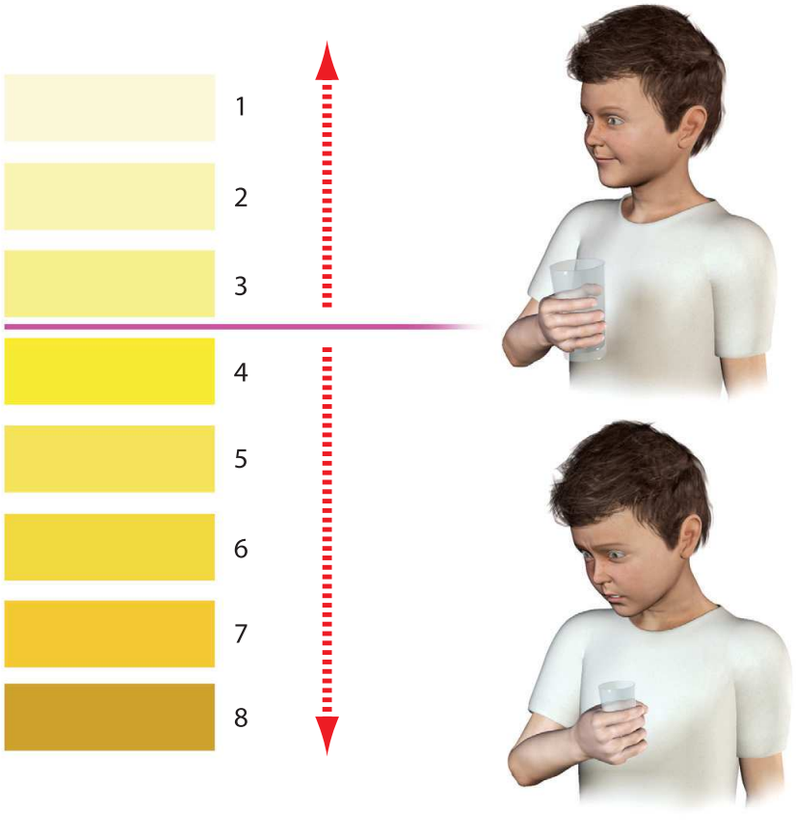
Valmiin virtsan pH riippuu happamien ja emäksisten aineenvaihduntatuotteiden määrästä. PH voi vaihdella 4,6–8,2:n välillä. Sekaravinnon syöjällä virtsan pH on yleensä happaman puolella (pH noin 6). Kasvisravinnon syöjällä virtsa on yleensä emäksistä, koska lihansyönti lisää happamien kuona-aineiden osuutta.

Virtsan suolaionipitoisuus eli elektrolyyttipitoisuus riippuu siitä kuinka paljon niitä on elimistöön ravinnon mukana tullut. Näitä elektrolyyttejä ovat mm. natrium (Na^+), kalium (K^+), kloridi (Cl^-), ammonium (NH_4^+) ja kalsium (Ca^{2+}).

Virtsan tutkiminen

Virtsaa on käytetty avuksi ihmisen terveydentilan määrityksessä tiettävästi jo 3000 vuotta. Ennen diagnostisten menetelmien kehittymistä virtsasta tutkittiin etenkin sen väriä, koostumusta hajua ja makua. Nykyisillä menetelmillä virtsan sisältämät aineet voidaan määrittää hyvinkin tarkasti.

Virtsasta yleisemmin otettu näyte on PLV eli puhtaasti laskettu virta. Virtsanäyte olisi hyvä ottaa aina aamuisin. Ennen näytteenottoa potilaan tulee tehdä huolellinen alapesu. Virtsa analysoidaan laboratoriossa. Omasta virtsasta voi itsekin tulkita elimistön nestetasapainoa: jos virtsa on tummaa, nesteen nauttiminen on luultavasti ollut liian vähäistä.



Hoitamattomassa diabeteksessa virtsaan erittyy glukoosia. Kun veressä on paljon glukoosia, munuaiskynnys ylittyy eli glukoosin määrä alkuvirtsassa on niin suuri, ettei kaikkea voida ottaa verenkiertoon takaisin. Suuri glukoosipitoisuus vaurioittaa nefroneja ja voi johtaa pahaan munuaisvaurioon. Diabeettinen nefropatia on Suomessa yleisin syy munuaissiirrännäiseen.

Terveellä ihmisellä alkuvirtsaan erittyy hyvin pieni määrä proteiinimolekyylejä ja ne imeytyvät takaisin verenkiertoon. Proteiinien suuri määrä virtsassa (proteinuria) on merkki munuaisviasta. Voimakkaan rasituksen tai palelemisen jälkeen myös terveiden ihmisten virtsassa saattaa tosin esiintyä tilapäisesti proteiinia.

Virtsan sedimentti eli pohjasakka saadaan esiin virtsanäytettä linkoamalla. Sakkaa tutkitaan mikroskoopilla. Suuri punasolujen määrä on yleensä merkki verenvuodosta virtsateissä. Suuri valkosolujen ja virtsateiden epiteelisolujen määrä taas kielii tulehduksesta. Sedimenttitutkimus paljastaa myös bakteerit, sienet ja parasiitit. Normaali virtsa on steriiliä, eli siinä ei ole mikrobeja lainkaan. Virtsaa onkin ennen käytetty haavojen puhdistamiseen.

Virtsannäytteestä voidaan määrittää myös nautitut lääke- ja huumausaineet. Myös ympäristömyrkyt näkyvät virtsassa. Istukka erittää koriongonadotropiinia raskauden alussa, ja sen esiintyminen virtsassa onkin merkki alkaneesta raskaudesta.

CASE | VASTAUS

Virtsaneritys

Tyynellä on todennäköisesti virtsatieinfektio eli VTI. Yleensä kyseessä on rakkotason tulehdus eli kystiitti. Virtsatieinfektion aiheuttavat useimmiten bakteerit, jotka ovat olleet peräukon ympärillä ja ovat siitä kulkeutuneet virtsaputkea pitkin virtsarakkoon. Usein taudinaiheuttaja on ihmisen suolen normaaliflooraan kuuluva Escherichia coli -bakteeri. Vuodessa hoidetaan yli 250 000 virtsatietulehdusta. Virtsatieinfektio on toiseksi yleisin lääkärin vastaanotolle johtava infektio heti hengitystietulehdusten jälkeen. Varsinkin vanhuksilla virtsatieinfektio voi olla oireeton, jolloin ainoana oireena saattaa olla vanhuksen sekava käyttäytyminen. Hoitamaton virtsatieinfektio voi johtaa munuaisaltaan tulehdukseksi ja jopa munuaisten vajaatoiminnaksi. Virtsatieinfektiot hoidetaan suun kautta otettavilla antibiooteilla.

TEHTÄVÄT

1. Mistä virtsa koostuu, ja mitä aineita virtsassa ei pitäisi olla?
2. Mitä tarkoittaa dialyysi?
3. Miksi virtsatieinfektiopotilaan kannattaa juoda runsaasti?

9 Umpieritysjärjestelmä

- Umpirauhaset eli endokriiniset rauhaset valmistavat hormoneja.
- Hormonit erittyvät verenkiertoon ja kulkeutuvat joka puolelle elimistöä.
- Umpirauhasia ovat hypotalamus, aivolisäke, kilpirauhanen, lisämunuaiset, haima ja sukupuolirauhaset.
- Hormonit vaikuttavat aineenvaihduntaan, kasvuun ja kehitykseen. Ne myös auttavat elimistöämme reagoimaan oikein vaaratilanteissa ja vaikuttavat monin tavoin niin fyysiseen kuin henkiseenkin hyvinvointiimme.
- Jos jotakin hormonia on elimistössä liikaa tai liian vähän, se johtaa elimistön epätasapainoon ja ihminen sairastuu.

CASE | Miten ohjaat?

Työskentelet lähihoitajana pitkäaikaistyöttömien päivätoiminnassa. Eräs asiakkaista valittaa, että hänellä on ilmennyt väsymystä, epämääräistä palelemista, ummetusta ja hiustenlähtöä. Asiakkaan paino on myös viime aikoina noussut, vaikka olet huomannut, että hän syö aiempaa vähemmän. Mistä luulet näiden epämääräisten oireiden johtuvan ja mihin tutkimuksiin suosittelet asiakasta hakeutumaan?

Umpirauhaset

a) **Aivolisäke** eli hypofyysi (*hypophysis*) on puolen gramman painoinen rauhanen, joka sijaitsee väliaivojen alla.

b) **Käpyrauhanen** eli käpylisäke (*corpus pineale*) sijaitsee aivojen keskiosassa.

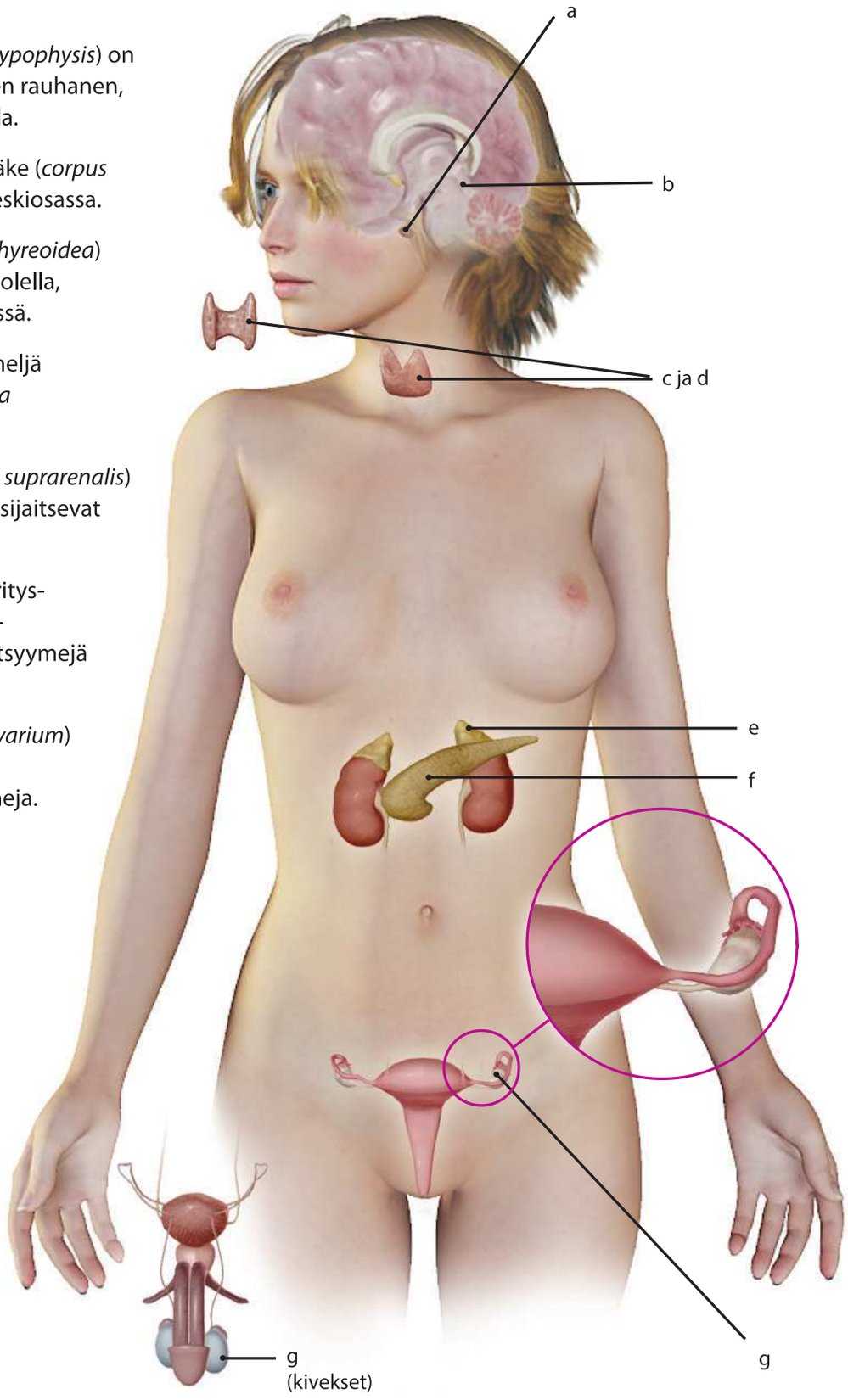
c) **Kilpirauhanen** (*glandula thyreoidea*) sijaitsee kurkunpään alapuolella, henkitorven sivuilla ja edessä.

d) Kilpirauhasen pinnalla on neljä **lisäkilpirauhasta** (*glandula parathyreoidea*).

e) **Lisämunuaisilla** (*glandula suprarenalis*) on kuori- ja ydinkerros. Ne sijaitsevat munuaisten päällä.

f) **Haiman** (*pancreas*) umpieritys-solut ovat saarekkeina avo-eritteisten ruuansulatusentsyymejä erittävien solujen seassa.

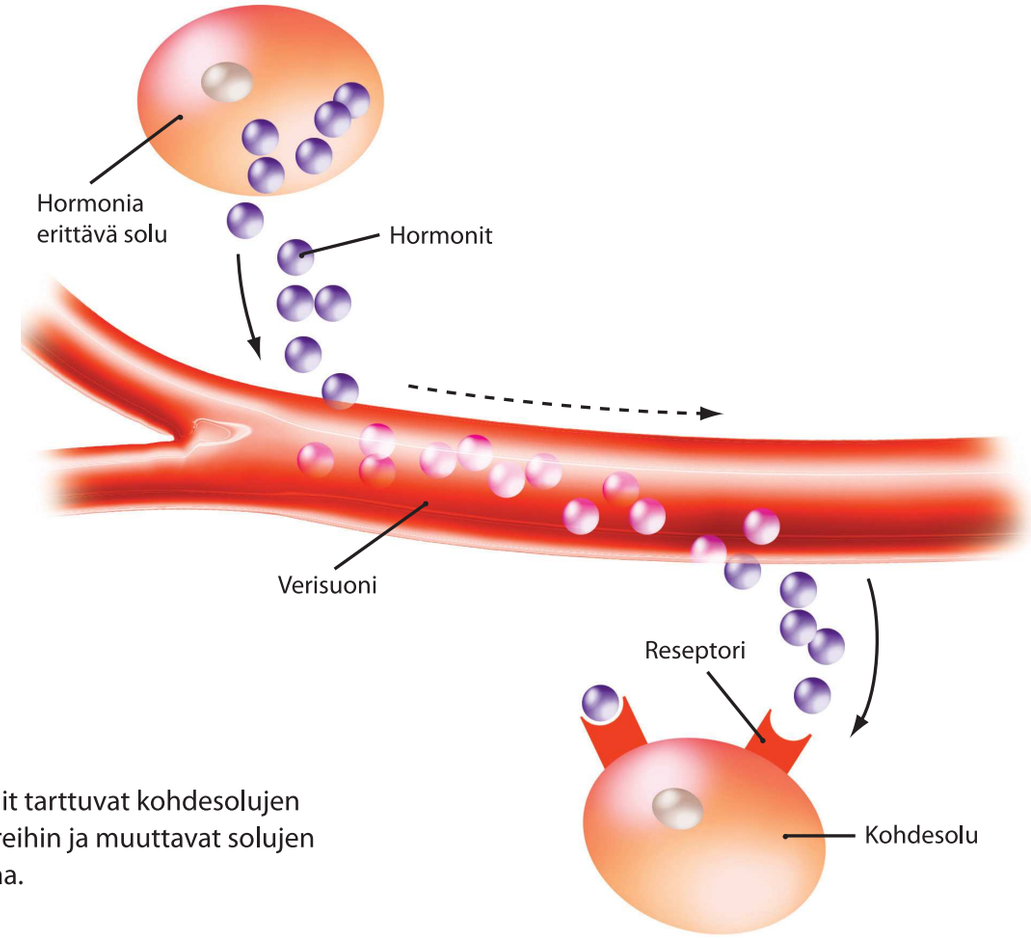
g) Naisten **munarauhaset** (*ovarium*) ja miehen **kivekset** (*testis*) erittävät sukupuolihormoneja. Munarauhaset sijaitsevat isolantion ja pikkulantion yhtymäkohdassa. Kivekset ovat kehon ulkopuolella kivespussissa.



Hormonit

Hormonit huolehtivat elimistön viestinvälityksestä yhdessä hermoston kanssa. Ne välittävät viestejä hitaammin kuin hermosto, sillä ne kulkeutuvat kohdesolujensa luo veren tai kudosnesteen mukana. Hormonit vaikuttavat vain soluihin, joiden solukalvolla on sopiva reseptori, johon hormoni sopii kuin avain lukkoon. Rasvarakenteiset hormonit, steroidit, läpäisevät solukalvon, kun taas proteiinirakenteiset välittävät viestin solukalvon läpi niin sanotulle toisiolähetille. Kun hormoni tai sen välittämä viesti saapuu perille soluun, solun ja edelleen kudosten toiminta muuttuu. Näin esimerkiksi kasvuhormoni saa aikaan luiden kasvun stimuloimalla rustosolujen jakautumista luiden kasvulevyissä.

Hormonien kulkeutuminen verenkierron mukana

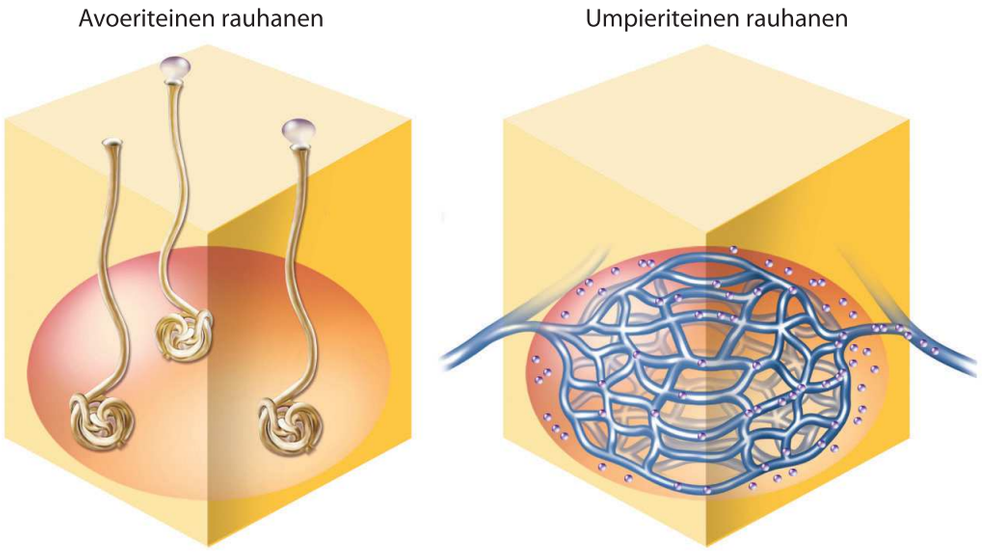


Hormonit tarttuvat kohdesolujen reseptoreihin ja muuttavat solujen toimintaa.

Umpirauhaset

9

Avoeritteisen rauhasen ja umpirauhasen rakenne



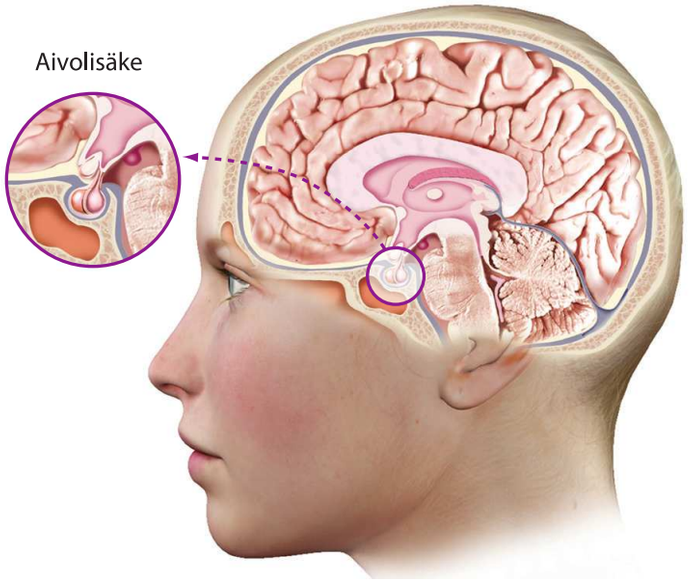
Hormoneja erittävät solut muodostavat endokriinisia rauhasia, **umpirauhasia**. Myös muissa kudoksissa ja elimissä on hormoneja erittäviä soluja. Toisin kuin **avoeritteisillä rauhasilla** umpirauhasilla ei ole erityskanavaa, vaan valmiit tuotteet, hormonit, siirtyvät umpirauhasissa suoraan soluista veren kuljetettaviksi

Aivolisäke

Aivolisäke (hypofyysi) sijaitsee väliaivojen pohjassa, ja se jakautuu takalohkoon ja etulohkoon. Aivolisäkkeen etulohkon toimintaa ohjaa väliaivojen hypotalamus erittämiensä neurohormonien – statiinien ja liberiinien – avulla.

Suurin osa aivolisäkkeen etuosan erittämistä hormoneista säätelee muiden umpirauhasten hormonitoimintaa (tropiinit). Tällainen hormoni on esimerkiksi kortikotropiini, joka vaikuttaa lisämunuaisen kuorikerroksen toimintaan. Somatotropiini on kasvuhormoni, joka vaikuttaa suoraan kudosten aineenvaihduntaan ja koko elimistön kasvuun. Aivolisäkkeen etulohkon erittämä prolaktiini on maidoneritykseen vaikuttava hormoni.

Aivolisäkkeen takalohko ei eritä omia hormonejaan, vaan se varastoi ja vapauttaa hypotalamuksen hormoneja. Näistä ADH auttaa elimistöä säästämään vettä vähentämällä veden siirtymistä virtsaan munuaisissa. Oksitosiini saa aikaan kohdun supistelun synnytyksessä ja vaikuttaa maidon eritykseen imetyksen aikana.



Käpyrauhanen

Käpyrauhanen eli epifyysi on pieni rauhanen. Sen valmistama melatoniini säätelee uni-valverytmiä. Melatoniinia erittyy pimeässä, eniten keskiyön jälkeen. Melatoniin toimintaa ei täysin vielä tunneta, mutta se on todennäköisesti tärkein yöunen säätelijä ja nykyään sitä käytetäänkin lääkkeenä unihäiriöissä.

Kilpirauhanen

Kilpirauhasen hormonit kalsitoniini, tyroksiini ja trijodityroniini osallistuvat aineenvaihdunnan säätelyyn. Kalsitoniini vähentää veren kalsiumpitoisuutta ja estää luukudosta hajoamasta.

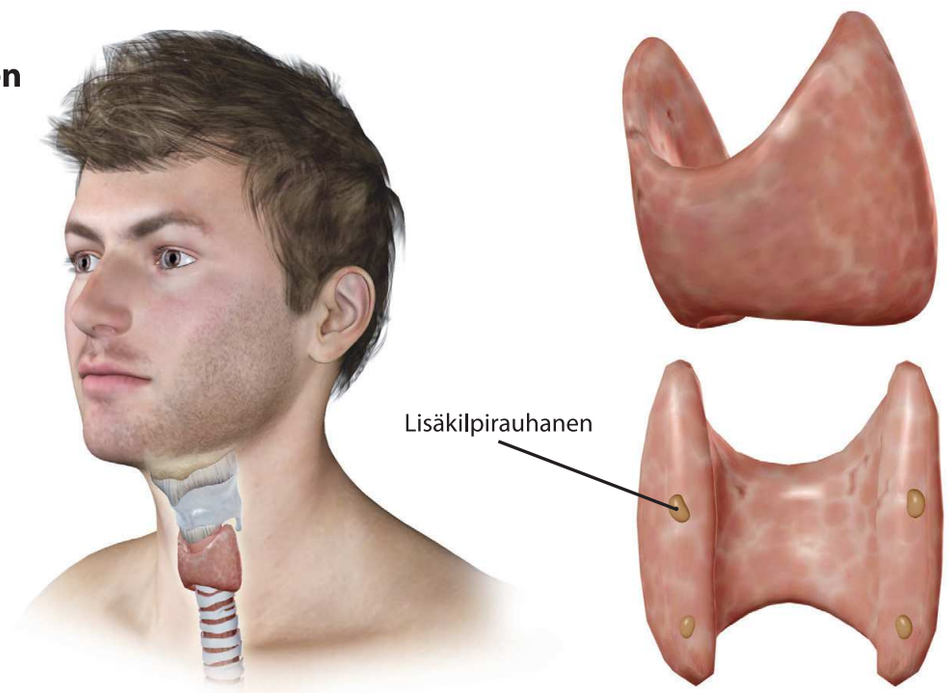
Tyroksiini ja trijodityroniini vaikuttavat kaikkiin elimistön soluihin lisäämällä aineenvaihduntaa ja lämmöntuotantoa. Ne myös lisäävät kasvua kiihdyttämällä solujen proteiinisynteesiä. Kilpirauhashormonit vaikuttavat keskushermoston kehitykseen ja hermoimpulssien johtumisnopeuteen.

Kilpirauhasen toimintahäiriöt

Kilpirauhashormonien valmistukseen tarvitaan jodia. Struuma on jodin puutteesta johtuva sairaus, joka johtaa kilpirauhasen liikakasvuun. Struumaa on esiintynyt ennen alueilla, joilla ei syödä kalaa. Nykyään jodia lisätään ruokasuolaan. Kilpirauhashormonin liikatuotanto eli hypertyreoosi kiihdyttää aineenvaihduntaa. Sen oireita ovat hikoilu, laihtuminen, unettomuus ja silmien pullistuminen. Jos kilpirauhashormonia erittyy liian vähän, tilaa kutsutaan hypotyreoosiksi. Sen oireita ovat hidastunut aineenvaihdunta, lihominen, uneliaisuus ja sekavuus.

Synnynnäinen kilpirauhashormonien puute (kretinismi) heikentää hoitamattomana psyykkistä kehitystä ja pituuskasvua. Kaikilta vastasyntyneiltä mitataankin napaverinäytteestä kilpirauhashormonien määrä, jotta mahdollinen puutos havaitaan ajoissa.

Kilpirauhanen



Lisäkilpirauhaset

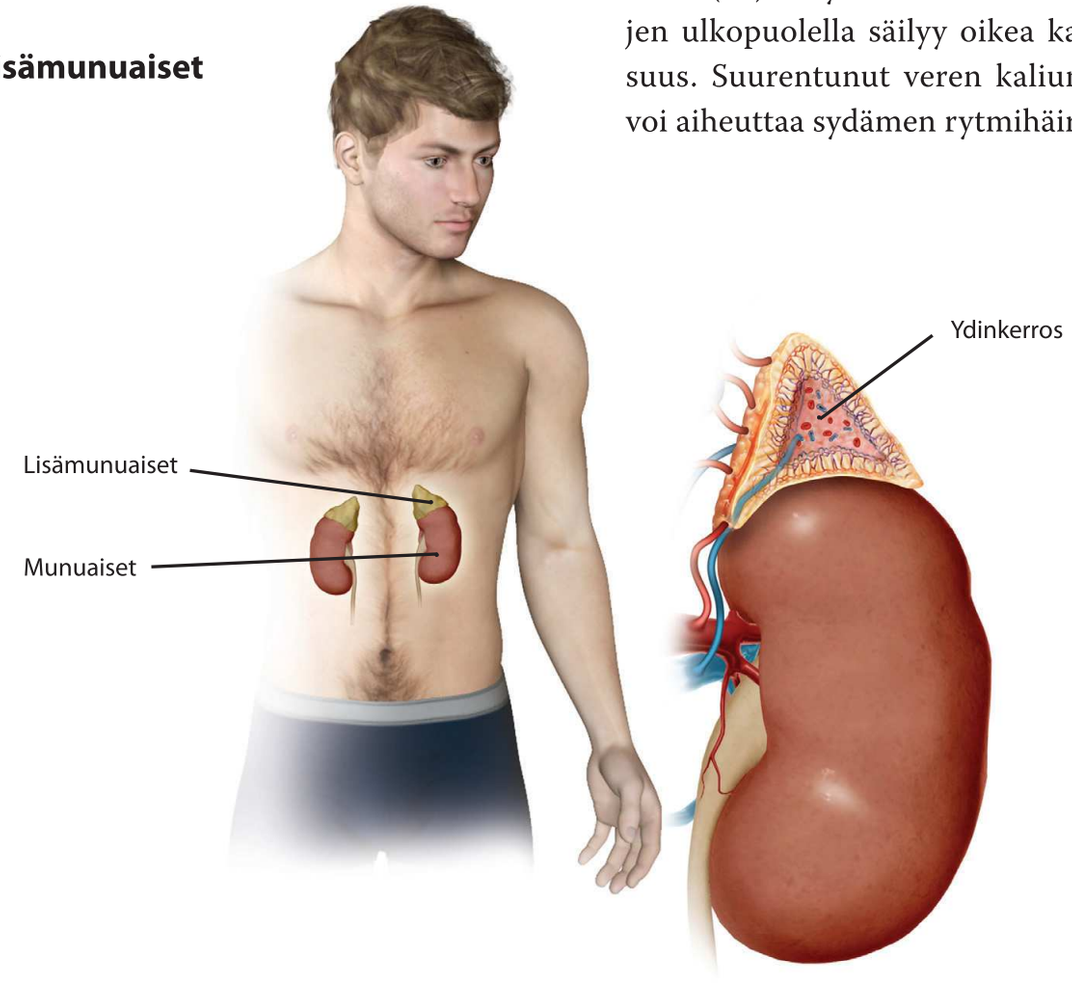
Kilpirauhasten takapinnalla on neljä pienen pientä lisäkilpirauhasta. Ne tuottavat parathormonia (PTH), joka vaikuttaa kalsiumaineenvaihduntaan. Parathormoni lisää kalsiumin määrää veressä ja kudosnesteessä. Koska kalsiumilla on tärkeä rooli lihassupistuksessa, parathormonin puutos aiheuttaa lihaskouristuksia. Liikatuotanto taas aiheuttaa luukudoksen hajoamista ja kalsiumin kertymistä munuaisiin, jolloin syntyy virtsakiviä ja pahimmassa tapauksessa kalsiumsuolat saostuvat munuaiskudokseen ja munuaiset voivat tuhoutua.

Lisämunuaiset

Lisämunuaiset sijaitsevat munuaisten yläpinnalla rasvakudoksen sisällä. Lisämunuaisilla on kuorikerros ja ydinkerros. Lisämunuaisia ympäröi kapseli, jonka alla oleva kuori jakautuu kolmeen, erilaisia steroidihormoneja valmistavaan kerrokseen.

Päällimmäinen kerros tuottaa mineralokortikoideja (aldosteroni), jotka säätelevät mineraalien, etenkin natriumin ja kaliumin, aineenvaihduntaa. Aldosteroni vähentää suolan (Na^+, Cl^-) ja veden erittymistä virtsaan, jolloin veren plasmatilavuus suurenee ja verenpaine nousee. Näin aldosteroni korjaa myös nestehukan jälkeistä verenpaineen laskua. Samalla kun munuaisissa natriumin (Na^+) eritys vähenee, kaliumin (K^+) eritys virtsaan lisääntyy ja solujen ulkopuolella säilyy oikea kaliumpitoisuus. Suurentunut veren kaliumpitoisuus voi aiheuttaa sydämen rytmihäiriöitä.

Lisämunuaiset



Lisämunuaiskuoren keskimmäinen kerros tuottaa glukokortikoideja, jotka vaikuttavat glukoosiaineenvaihduntaan. Tärkein näistä hormoneista on kortisoli. Kortisoli on elimistön tärkeimpiä stressihormoneja. Se suurentaa veren glukoosipitoisuutta stimuloimalla rasvojen ja proteiinien pilkkoutumista. Näin kortisolin avulla varmistetaan solujen energiansaanti elimistöä rasittavissa olosuhteissa.

Kortisolilla on tulehduksia estävä eli anti-inflammatorinen vaikutus, minkä vuoksi sitä käytetään lääkkeenä esimerkiksi allergioihin ja astmaan.

Lisämunuaiskuoren sisin kerros tuottaa androgeeneja, jotka vaikuttavat testosteronin tavoin. Naisella nämä androgeenit vaikuttavat karvoitukseen ja lisäävät seksuaalista halukkuutta.

Lisämunuaisen ydinkerros tuottaa katekoliamiineja, joita ovat adrenaliini ja noradrenaliini. Sympaattinen hermosto säätelee näiden hormonien tuotantoa, ja niitä erittyy uhkaavissa ja stressaavissa tilanteissa verenkiertoon. Ne suurentavat veren glukoosi- ja rasvahappopitoisuutta, jolloin solut saavat ne nopeasti energiantuotantoonsa. Samalla sydämen syke nopeutuu ja supistusvoima lisääntyy. Myös luustolihasten verenkierto lisääntyy, kun taas sisäelinten ja ihon verenkierto vähenee. Myös verenpaine nousee. Adrenaliinin ja noradrenaliinin ansiosta elimistö saa nopeasti käyttöönsä paljon voimavarojaan. Niitä sanotaankin taistele tai pakene -hormoneiksi.

Stressi
Stressillä tarkoitetaan rasitusta, joka uhkaa elimistön tasapainotilaa. Stressin voivat aiheuttaa ulkoiset tekijät, kuten kylmyys, pitkäaikainen rasitus tai fyysinen vamma, tai sisäiset tekijät, kuten sairaus, kipu tai psyykkinen rasitus.

Haima

Haiman umpieritteiset solut ovat vähemmistönä (1–2 % koko haiman painosta) avoeritteisen kudoksen keskellä. Näissä Lagerhansin saarekkeiksi kutsutuissa soluryhmissä on alfasoluja, jotka erittävät glukagonia ja beetasoluja, jotka valmistavat insuliinia.

Kun veren glukoosipitoisuus suurenee aterian jälkeen, haiman beetasolut reagoivat lisäämällä insuliinintuotantoa. Insuliini sitoutuu solukalvon reseptoreihin ja muuttaa sen läpäisevyyttä. Näin se auttaa glukoosimolekyylejä siirtymään solun sisälle polttoaineeksi soluhengitykseen. Insuliini myös tehostaa soluhengitystä ja glukoosin varastoitumista lihas- ja rasvasoluihin sekä maksaan, jolloin elimistö saa ylimääräisen sokerin verenkierrosta talteen ja rasvavarastot kasvavat. Glukagoni vapauttaa ravintoaineita vereen elimistön glykogeeni- ja rasvavarastoista. Sillä on siis päinvastainen vaikutus kuin insuliinilla. Insuliini vaikuttaa anabolisesti eli energiavarastoja lisäävästi, kun taas glukagonin vaikutus on katabolista eli varastoja purkavaa.

Diabetes

Diabetes on joukko aineenvaihduntasairauksia, joita yhdistää energia-aineenvaihdunnan häiriö, joka ilmenee suurentuneena veren sokeripitoisuutena. Diabetes on runsastunut viime vuosikymmeninä länsimaissa. Vanhastaan diabetes on jaettu tyypin 1 (n. 10 % sairastuneista) ja tyypin 2 (n. 90 % sairastuneista) diabetekseen.

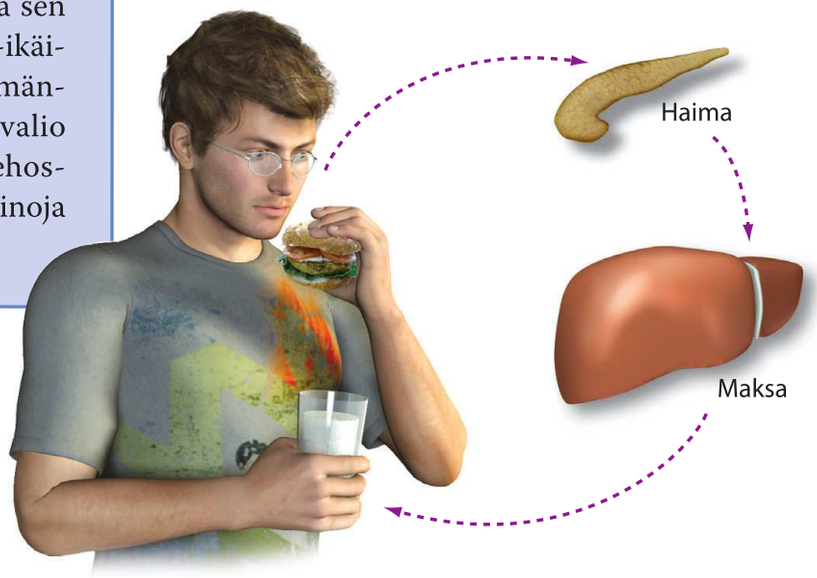
Tyypin 1 diabetes johtuu autoimmuunireaktiosta, jonka seurauksena Lagerhansin saarekkeiden insuliinia tuottavat beetasolut vaurioituvat tai tuhoutuvat kokonaan. Tarkkaa syytä tähän ei tiedetä, mutta kyseessä on osaksi periytyvä sairaus. Myös lapsuusajan ruokavaliota ja virustulehdusta on epäilty osasyyksi sen puhkeamiseen. Tämä diabetesmuoto puhkeaa yleensä alle 40-vuotiaana. Sen hoidossa käytetään insuliinipistoksia.

Tyypin 2 diabetes johtuu siitä, etteivät solukalvot enää reagoi insuliiniin. Tämän seurauksena haima tuottaa insuliinia yhä enemmän. Vähitellen haiman solut väsyvät ja insuliinintuotanto hiipuu. Myös tyypin 2 diabetes on perinnöllinen sairaus, ja sen puhkeamiseen vaikuttavat keski-ikäisenä keskivartalolihavuus ja elämäntavat. Liikunta ja oikea ruokavalio ovatkin insuliinin vaikutusta tehostavan lääkityksen lisäksi hoitokeinoja tyypin 2 diabetekseen.

Sukupuolirauhaset

9

Naisen munarauhaset eli munasarjat ja miehen kivekset tuottavat sukupuolihormoneja. Tärkeimmät sukupuolihormonit ovat miesten testosteroni ja naisten estrogeeni ja progesteroni. Voidaan sanoa, että sukupuolihormonien ansiosta sukupuolet ovat erilaisia. Jo sikiönkehityksen aikana testosteroni vaikuttaa siihen, että pojat kehittyvät pojiksi. Testosteronin puuttuessa sukupuolielimet kehittyvät toiseen suuntaan ja sikiö muuttuu paitsi kromosomistoltaan myös ulkoisesti tytöksi. Murrosiässä kehittyvät sekundaariset sukupuolitunnusmerkit, kuten rintojen kasvu ja lantion leveneminen tytöillä ja äänen madaltuminen ja runsas karvoitus pojilla, ovat hormonien aikaansaannosta. Myös sukukypsyys ja sukusolujen tuottaminen ovat tarkasti hormonien säätelemiä.



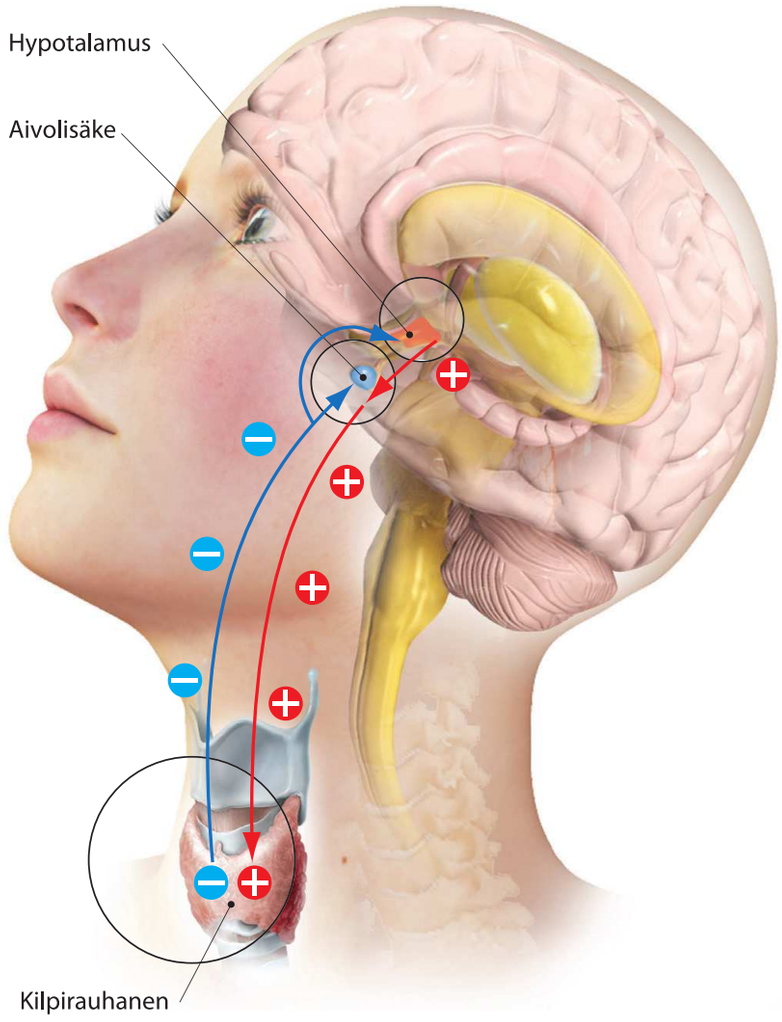
Insuliinin vaikutus glukoosin määrään toimii negatiivisen palautemekanismin avulla.

Hormonitoiminnan säätely

Hormonien määrä veressä vaihtelee sen mukaan, kuinka paljon niitä milloinkin tarvitaan elimistössä. Esimerkiksi insuliinin määrä lisääntyy heti ruokailun jälkeen, kun taas glukakonia on veressä sitä enemmän, mitä enemmän edellisestä ateriasta on aikaa.

Väliaivojen hypotalamus valvoo tarkasti hormonieritystä. Se säätelee hypotalamuksen alapuolella sijaitsevan aivolisäkkeen hormonituotantoa ja eritystä. Aivolisäkkeen hormonit aktivoivat muita umpirauhasia tuottamaan omaa hormoniaan. Kuten esimerkiksi aivolisäkkeen follikkelia stimuloiva hormoni (follitropiini, FSH) saa munarauhasen erittämään estrogeenia, jonka avulla ovulaatio tapahtuu kuukautiskierron puolivälissä.

Hormonitoiminnan säätelyjärjestelmä



Negatiivinen takaisinpalautus säätelee hormonierityksen määrää. Negatiivisessa takaisinpalautusmekanismissa säätelykeskus rekisteröi kohde-elimen toiminnanmuutokset ja reagoi niihin. Esimerkiksi kun veressä on liian vähän **kilpirauhashormoneja**, **hypotalamus** reagoi erittämällä tyreoliberiinejä, jotka saavat **aivolisäkkeen** tuottamaan tyreotropiineja. Tyreotropiinit taas lisäävät kilpirauhasen hormonituotantoa. Kun veressä on liikaa kilpirauhashormoneja, tyreoliberiinien ja tyreotropiinin tuotanto lakkaa.

⊕ Kuvaavat vaikutusta, jotka vapauttavat lisää hormoneja verenkiertoon.

⊖ Kuvaavat vaikutusta, jotka hillitsevät hormonien vapautumista.

Kudoshormonit

Kudoshormoneiksi sanotaan hormoneja, jotka kulkeutuvat lyhyitä matkoja kohdesoluihinsa kudosnesteen mukana. Kudoshormoneja, jotka säätelevät kudosten kasvua sanotaan kasvutekijöiksi. Muita kudoshormoneja ovat esimerkiksi eikosanoidit, jotka ovat rasvahappoja. Prostaglandiinit kuuluvat eikosanoideihin, ja ne voivat aiheuttaa supistuksia tai supistuksen laukeamista sileissä lihassoluissa. Kudosvaurion ja tulehduksen yhteydessä vapautuvat prostaglandiinit aiheuttavat kipua ärsyttämällä kipureseptoreita. Tämän vuoksi useat tulehduskipulääkkeet estävät prostaglandiinien muodostumista kudoksessa.

CASE | VASTAUS

Umpieritysjärjestelmä

Yksi selitys epämääräisille oireille voisi olla, että asiakas kärsii kilpirauhasen vajaatoiminnasta. Kilpirauhasen vajaatoiminta eli hypotyreoosi syntyy, kun kilpirauhanen ei enää pysty tuottamaan riittävästi kilpirauhashormoneja eli tyroksiinia. Hormonit ja kilpirauhashormonit ylläpitävät kehon aineenvaihduntaa ja vaikuttavat kaikkiin kehon soluihin, joten oireet voivat olla hyvin monimuotoiset. Kilpirauhasen vajaatoiminta kehittyy yleensä hiljalleen. Potilas saattaa helposti tottua oireisiin eikä siten osaa yhdistää niitä sairauteen. Kilpirauhasen vajaatoiminta selvitetään laboratoriokokein. Useimmiten määritetään kilpirauhasta stimuloivan hormonin (TSH) ja vapaan tyroksiinin (T4-V) pitoisuus veressä. Jos kilpirauhasen vajaatoiminta todetaan, se hoidetaan tyroksiinilääkityksellä.

TEHTÄVÄT

1. Kerro, mitkä hormonit elimistössä ovat toiminnassa seuraavissa tilanteissa:
   a) Makaat rentoutuneena riippumatossa ruokailun jälkeen.
   b) Säikähdät kulman takaa yllättäen kohti ajavaa mopoa.
   c) Olet jättänyt tenttiin lukemisen liian myöhään ja yrität epätoivoisesti päntätä viime tipassa klo 2 aamuyöllä.
2. Pohdi, miten perustelisit tyypin 2 diabetekseen sairastuneelle liikunnan ja oikean ravinnon merkitystä sairauden hoidossa. Käytä perusteena tietojasi hormonien toiminnasta.
3. Mitkä hormonit ovat tärkeitä ihmisen kasvun ja kehityksen kannalta? Ota selvää, miten hormonitoiminta vaikuttaa ihmisen vanhenemiseen.

10

Hermosto

- Hermosto säätelee elimistön toimintaa.
- Hermosto ottaa vastaan, käsittelee ja varastoi tietoa.
- Hermosto muodostuu hermosoluista ja hermotukisoluista.
- Hermosto jaetaan rakenteensa perusteella keskushermostoon ja ääreishermostoon. Keskushermostoon kuuluvat aivot ja selkäydin. Ääreishermostossa taas ovat hermot.
- Ääreishermosto jaetaan sensoriseen hermostoon, somaattiseen hermostoon ja autonomiseen hermostoon. Somaattisen hermoston toiminta on tahdonalaista, autonomisen hermoston toiminta taas tahdosta riippumatonta. Sensorinen hermosto tuo keskushermostoon aistinsolujen välittämää tietoa.

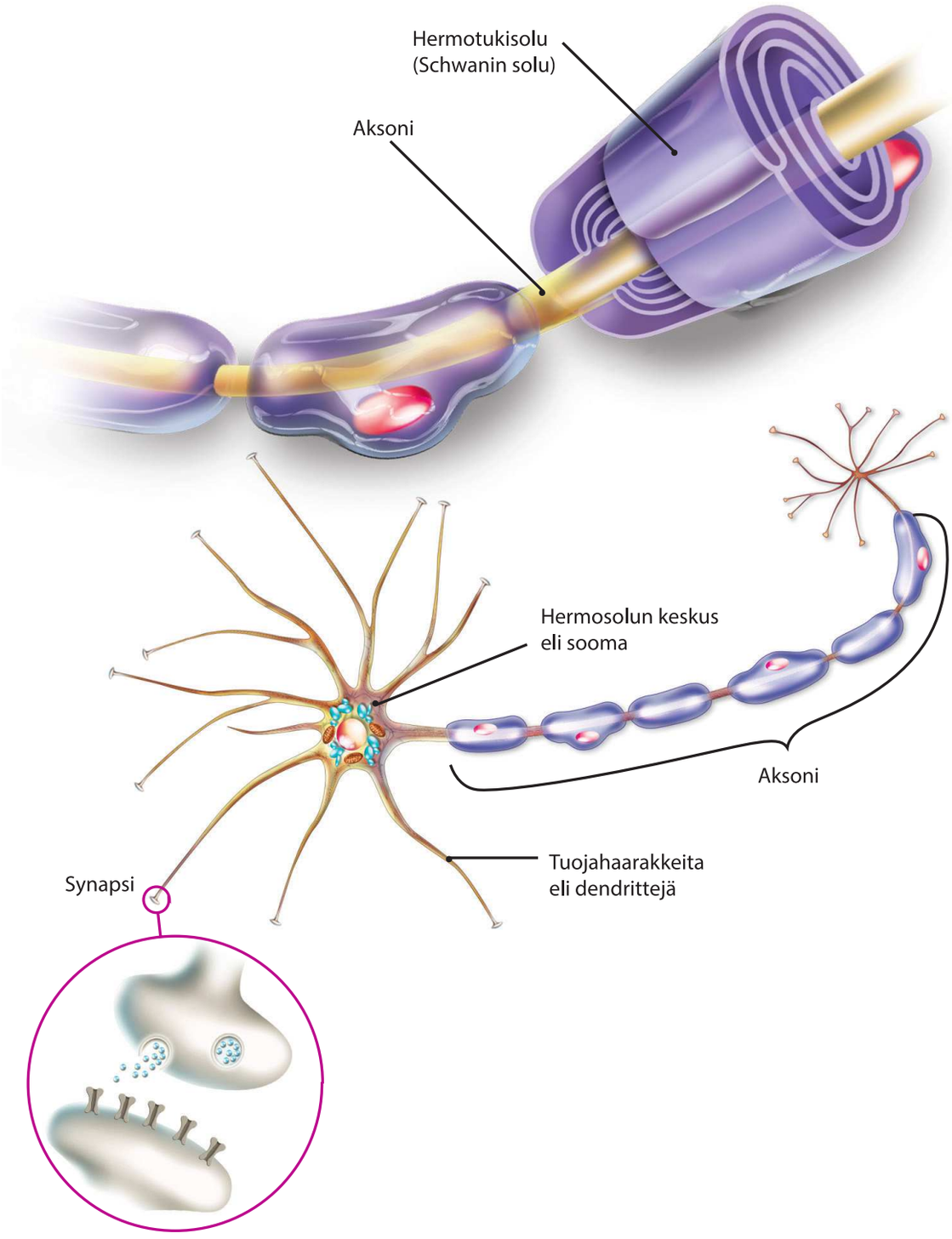
CASE | Mitä vastaat?

Hyvä ystäväsi on saanut kuulla sairastavansa MS-tautia. Hän on asiasta ymmällään ja kysyy sinulta, mitä MS-tauti tarkoittaa ja mistä se johtuu. Osaatko vastata hänelle?

Viestit kulkevat hermosolujen kalvoja pitkin

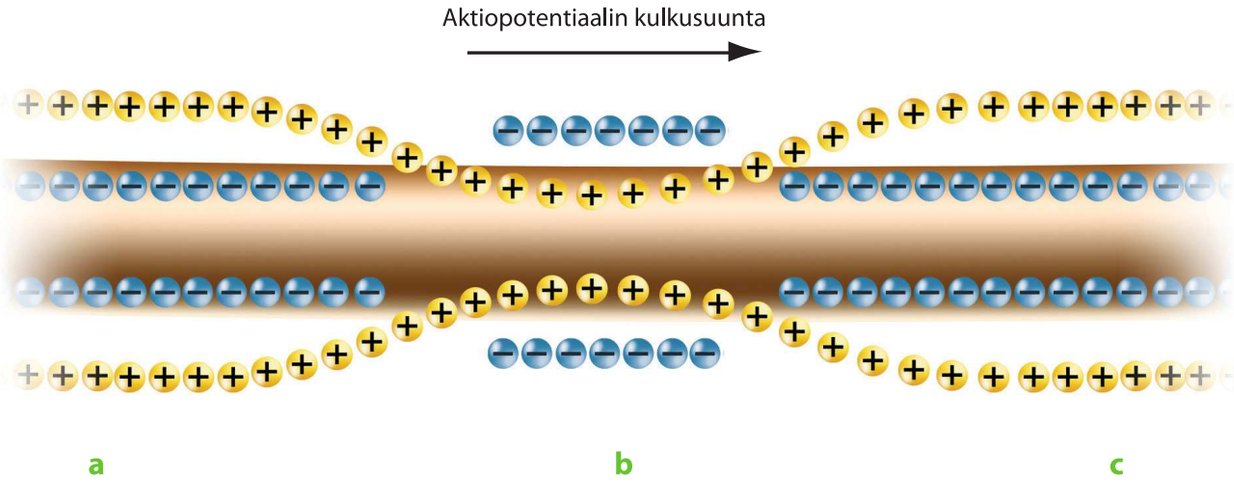
Hermosto muodostuu hermokudoksesta. Hermokudoksessa on hermosoluja ja hermotukisoluja. Hermosolut ovat erikoistuneet välittämään ja varastoimaan tietoa. Niissä on paljon tuojahaaroja eli dendriittejä ja pitkä viejähaarake eli aksoni. Hermotukisolut eli gliasolut huolehtivat omalta osaltaan hermosolujen toiminnasta. Ne suojaavat hermosoluja ja huolehtivat aivo-selkäydinnesteen oikeasta koostumuksesta. Schwannin solut ovat hermotukisoluja, jotka suojaavat hermosolujen viejähaarakkeita ja nopeuttavat sähköisen viestin kulkua hermosolussa. Hermosolun viestien kuljetus perustuu solukalvon toimintaan. Solukalvolla viesti kulkee sähköisenä jännitteen muutoksena. Hermosolusta toiseen viesti siirtyy kemiallisesti, välittäjäaineen välityksellä. Välittäjäaineet voivat olla viestin kulkua nopeuttavia tai hidastavia

Hermosolun rakenne



Hermosolussa on **hermosolun keskus** eli **sooma**. Sähköiset viestit tulevat soomaan **tuojahaarakkeita** eli **dentriittejä** pitkin ja jatkavat matkaansa **viejähaarakkeita** eli **aksoneita** pitkin. Aksonien ympärillä on **hermotukisoluja** (Schwannin soluja), joissa on paljon rasva-ainetta, myeliiniä. Nämä aksonin myeliinitupet nopeuttavat viestin kulkua. Viesti siirtyy synapsissa solusta toiseen. Aksonin päästä vapautuu välittäjäainetta. Välittäjäaine saa aikaan aktiopotentiaalin seuraavassa hermosolussa tai vaikuttaa lihas- tai rauhassolun toimintaan.

Sähköisen viestin siirtyminen eteenpäin hermosolussa



a) Yleensä solukalvon ulkopuolella on enemmän natrium-ioneja (Na^+), kun taas solun sisäpuolella on enemmän kaliumioneja (K^+). Hermosolusta puhuttaessa tätä tilaa kutsutaan lepojännitteeksi. **Lepojännitteen** aikana solukalvon sisäpinnalla on negatiivinen ja solukalvon ulkopinnalla positiivinen sähkövaraus.

b) **Kalvojännite** voi muuttua hyvin nopeasti, jos solukalvon natriumkanavat aukeavat ja solun sisään virtaa natrium-ioneja. Tällainen tilanne syntyy esimerkiksi aistinreseptorisolun ärsytyksestä tai synapseissa muiden hermosolujen antamista ärsykkeistä. Kun natriumia virtaa solun sisään, syntyy niin sanottu aktiopotentiaali. Solukalvon sisäpinta muuttuu hetkeksi positiiviseksi.

c) **Aktiopotentiaalin** jälkeen solun sisäpinta palaa nopeasti normaaliin lepoarvoonsa mutta aktiopotentiaali lähtee leviämään solukalvoa pitkin. Näitä eteneviä aktiopotentiaaleja sanotaan hermoimpulsseiksi. Hermoimpulssit liikkuvat solukalvoa pitkin aina tuojahaarakkeista viejähaarakkeisiin päin.

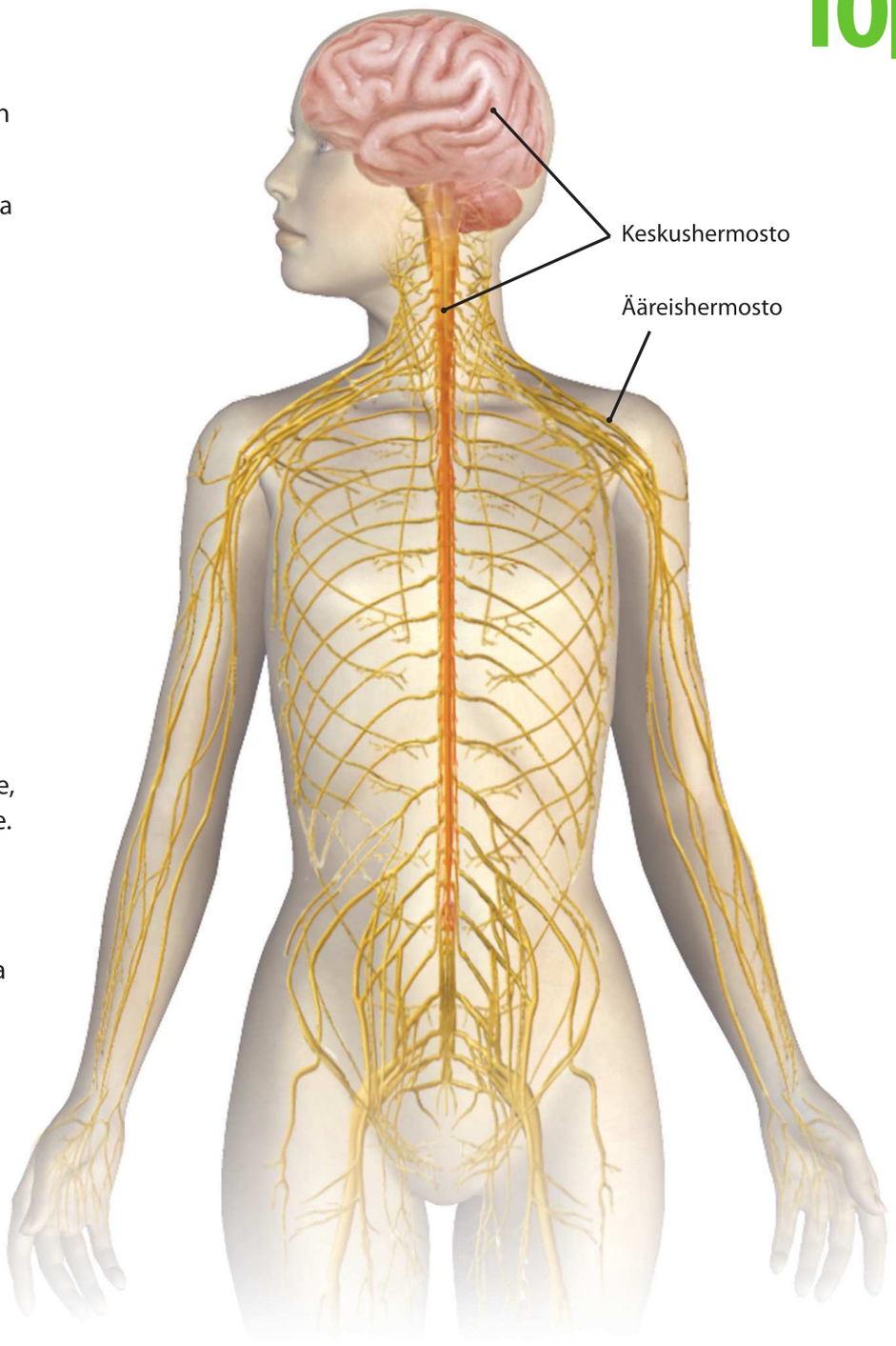
Hermoston rakenne

Hermosto jaetaan keskushermostoon ja ääreishermostoon.

Keskushermostoon kuuluvat aivot ja selkäydin (medulla spinalis).

Ääreishermosto taas koostuu selkäytimestä ja aivorungosta lähtevistä parillisista hermoista. Ääreishermosto jakautuu kolmeen osaan:

1) **sensoriseen hermostoon**, joka tuo keskushermostoon aistinsolujen välittämää tietoa,
2) **somaattiseen hermostoon**, joka välittää käskyjä poikkijuovaisille lihassoluille, ja
3) **autonomiseen hermostoon**, joka vie käskyjä sileille lihassoluille, sydänlihassoluille ja rauhassoluille. **Autonominen hermosto** jaetaan edelleen
   a) **sympaattiseksi hermostoksi**, joka kiihdyttää kohdesolujensa toimintaa, ja
   b) **parasympaattiseksi hermostoksi**, joka rauhoittaa kohdesolujensa toimintaa.



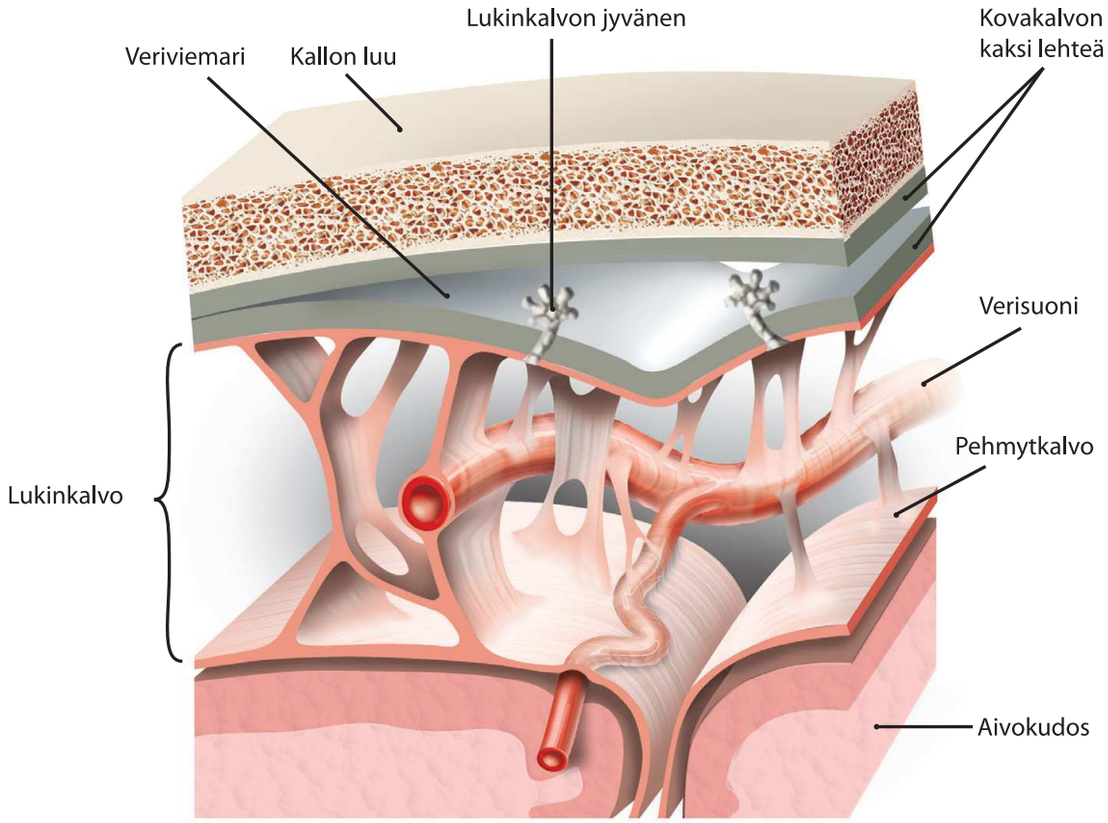
Keskushermosto

Keskushermosto koostuu aivoista ja selkäytimestä. Aivoihin kuuluvat isoaivot, pikkuaivot, väliaivot ja aivorunko. Selkäydin ulottuu ensimmäisen lannenikaman tasolle. Alemmassa selkärangan kanavassa kulkee alimpia selkäydinhermoja, jotka tulevat ulos omasta nikaman välistä. Erillisistä hermosyykimpuista muodostuu näin selkärangankanavaan selkäytimen häntä .

Aivot

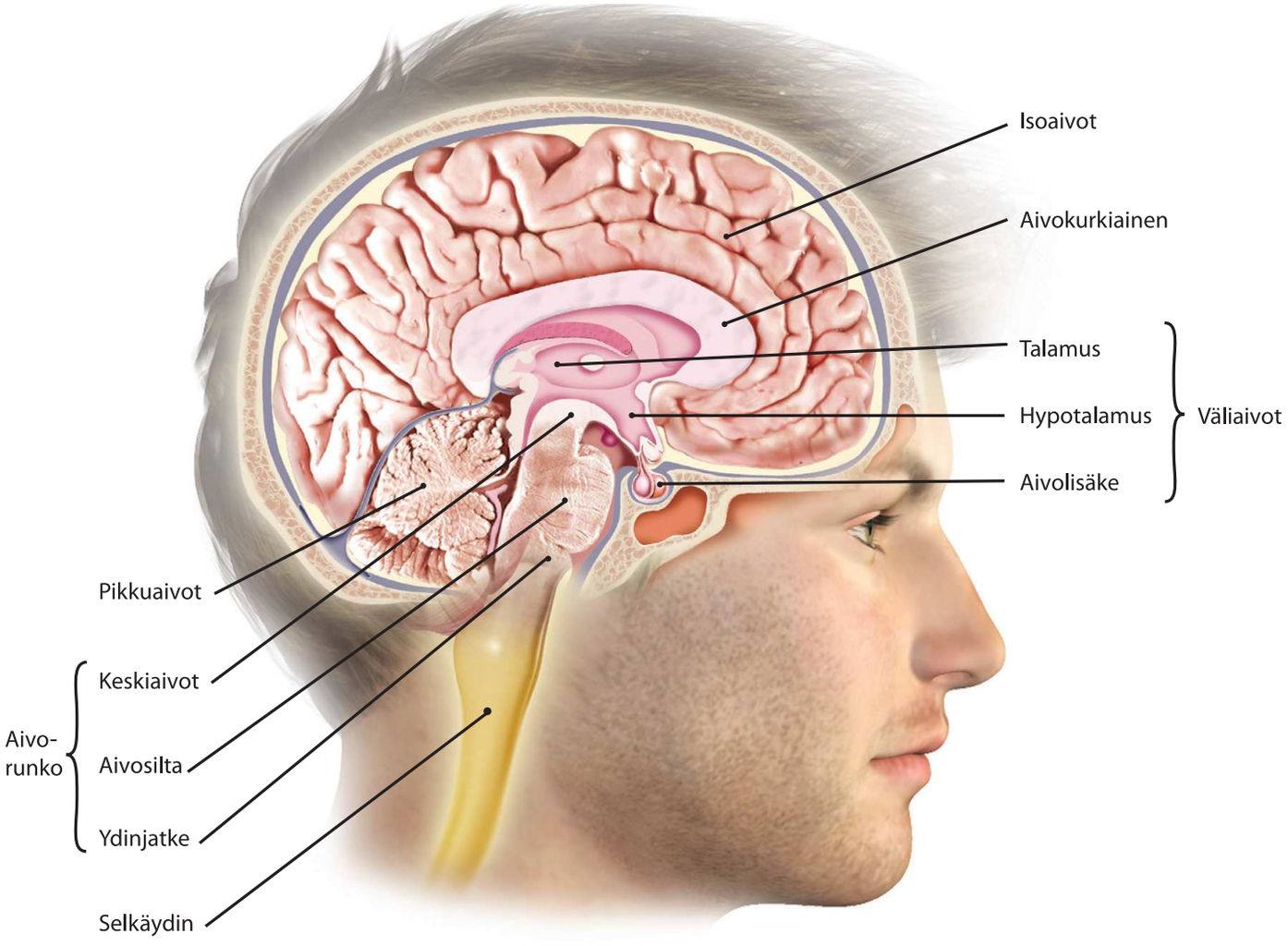
Aivot ovat elimistön monimutkainen hermokeskus, joka ottaa vastaan ärsykkeitä ja säätelee ja pitää yllä muun elimistön toimintaa. Aivot vastaavat loogisesta ajattelusta, oppimisesta ja muistista.

Aivot sijaitsevat kallon sisällä pääkopassa. Muun hermoston tavoin aivot koostuvat hermosoluista ja hermotukisoluista. Hermosolut muodostavat aivoissa tiheän verkon. Aivojen sisäosissa on lisäksi aivokammioita joissa on aivo-selkäydinnestettä eli likvoria. Aikuisen ihmisen aivot painavat noin 1400 grammaa.



Aivokalvojen välissä oleva aivo-selkäydinneste suojaa luisen kallon lisäksi aivoja iskuilta ja heilahduksilta. Se myös kannattelee aivoja kallon sisällä. Aivokalvoja on kolme: kovakalvo, lukinkalvo ja pehmytkalvo. **Kovakalvo** (*dura mater*) on kiinni kallon sisäpinnassa. Kovakalvon alapuolella on **lukinkalvo** (*arachnoidea*), josta lähtee ohuita säikeitä **pehmeäkalvoon** (*pia mater*). Pehmeäkalvon ja lukinkalvon väliin jää lukinkalvonontelo, joka on täynnä **aivo-selkäydinnestettä** eli likvoria. Pehmeäkalvo on kiinni aivojen pinnassa. Selkäydintä suojaa myös samanlainen kalvorakenne. Kovakalvo ei ole nikamassa kiinni, vaan väliin jää **epiduraalitila**. Aivo-selkäydinneste kiertää myös selkäytimen pehmeäkalvon ja lukinkalvon välissä. Aikuisella ihmisellä on likvoria noin 100–150 ml. Uutta likvoria muodostuu noin 400–500 ml vuorokaudessa aivojen **suonipunoksissa**. Likvori poistuu laskimoverisuoniin lukinkalvossa olevien pullistumien, **lukinkalvon jyvästen**, kautta **veriviemäreihin**, jotka sijaitsevat isoaivojen poimujen kohdalla kovakalvossa ja ovat yhteydessä laskimoverkostoon.

Aivojen rakenne



Isoaivot (*cerebrum*) ovat aivojen suurin osa. **Aivokurkiainen** (*corpus callosum*) yhdistää aivopuolisot toisiinsa. **Pikkuaivot** (*cerebellum*) sijaitsevat isojen aivojen alla, kallon takaosassa.

Väliaivoihin (*diencephalon*) kuuluvat kolmannen aivokammion yläpuolella sijaitseva **tumake**, **talamus** (*thalamus*) sekä kolmannen aivokammion alapuolella sijaitseva **hypotalamus** (*hypothalamus*) ja aivolisäke eli hypofyysi.

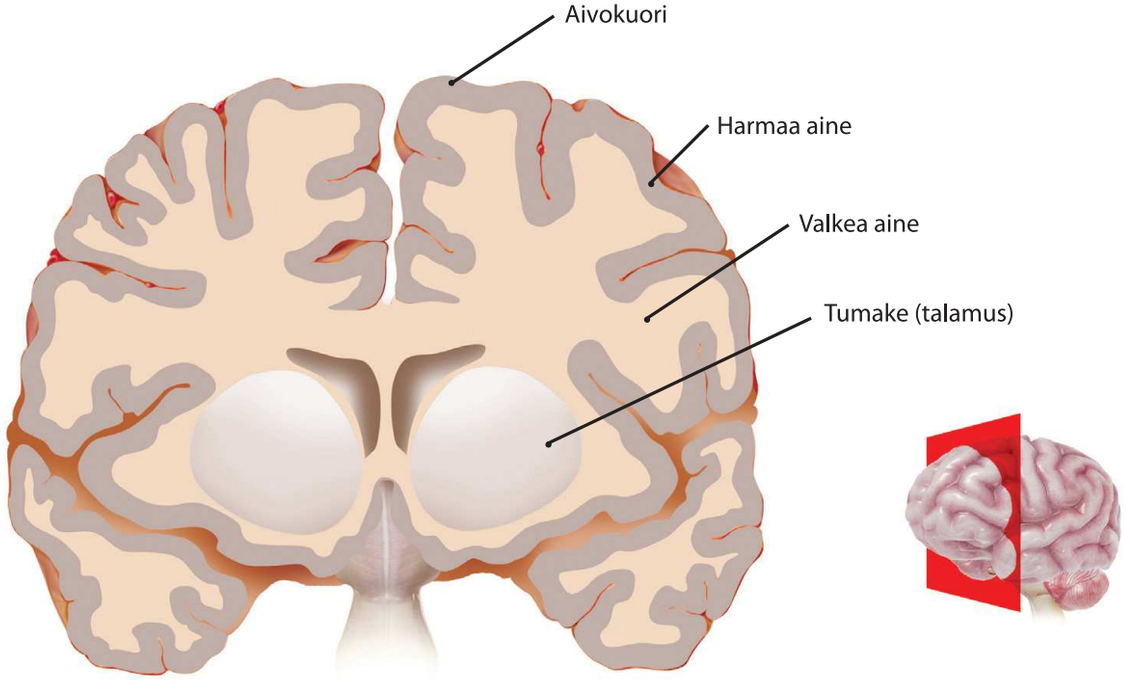
Aivorunkoon kuuluvat **keskiaivot** (*mesencephalon*) **aivosilta** (*pons*) ja **ydinjatke** (*medulla oblongata*) Ne sijaitsevat isojen aivojen ja selkäytimen välissä. Keskiaivot yhdistävät pikkuaivot isoaivoihin.

Isoaivot

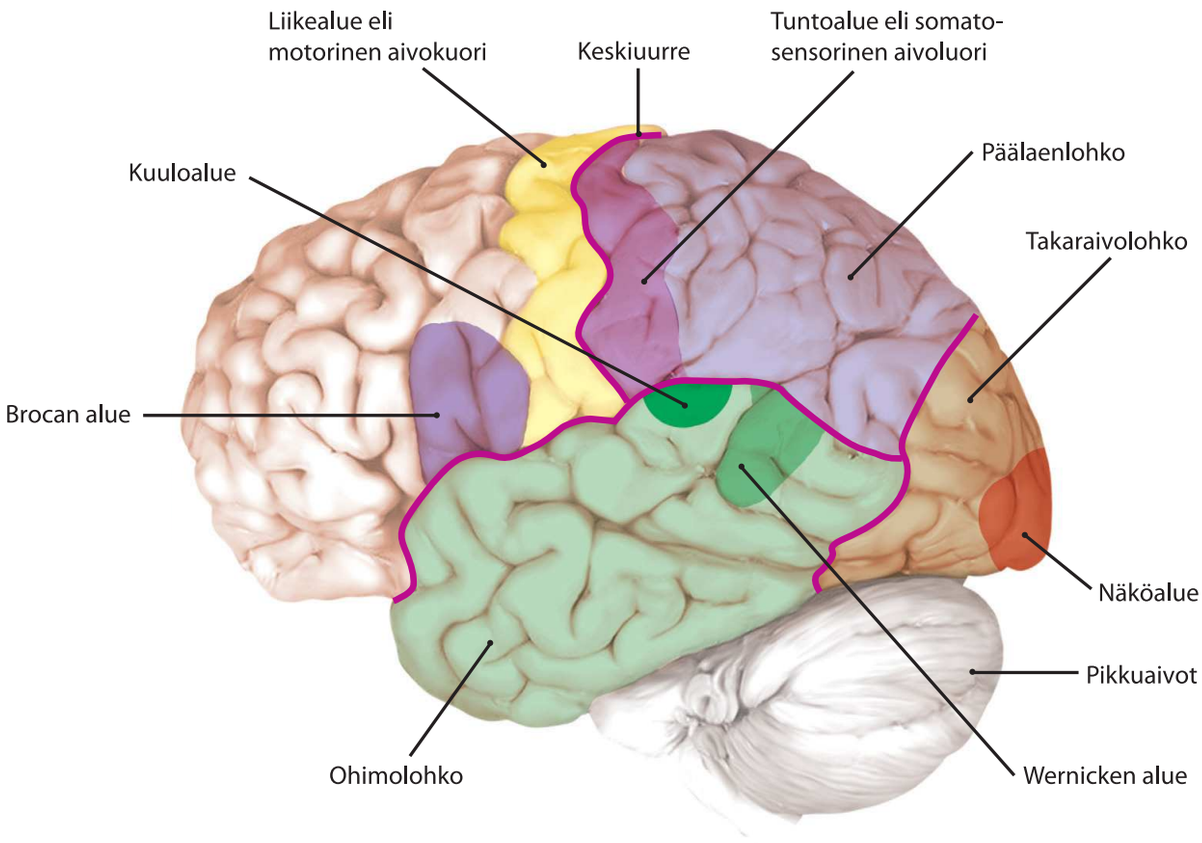
Aivojen suurin osa on isoaivot. Niiden painon osuus on 90 % koko aivojen painosta. Isoaivojen kuori on noin 3 mm paksu, ja siinä on paljon hermosolujen keskuksia, soomia. Kuoriosan pinta-ala on suuri noin 2400 cm^2, ja se on poimuuntuneena pääkallon sisällä, minkä ansiosta se mahtuu kalloon. Poimuja on sitä enemmän, mitä kehittyneemmästä eläimestä on kysymys. Aivojen sisäosissa on paljon aksoneita eli hermosolujen viejähaarakkeita.

Oikealla ja vasemmalla aivopuoliskolla on erilaisia tehtäviä. Suurimmalla osalla ihmisistä vasen aivopuolisko hallitsee lihasten hienomotoriikkaa ja on vastuussa kielellisistä toiminnoista, kun taas oikean aivopuoliskon aivokuori on erikoistunut tilan hahmottamiseen, esineiden tunnistamiseen ja ei-kielellisten äänien, kuten musiikin, käsittelyyn.

Aivojen poikkileikkaus



Aivojen poikkileikkauksessa aivojen kuoriosa on harmaa ja sisäosa valkoinen. **Harmaa aine** muodostuu hermosolujen keskuksista eli soomista, sisäosan valkoinen väri taas johtuu myeliinistä, jota on aksonien ympärillä. Puhutaan harmaasta aineesta ja valkeasta aineesta. **Valkean aineen** keskellä on harmaan aineen alueita eli tumakkeita.



Isoaivoissa on kaksi aivopuoliskoa: oikea ja vasen aivopuolisko. Aksoneista muodostunut **aivokurkiainen** yhdistää **aivopuoliskot** toisiinsa. Selvästi erottuvat uurteet jakavat aivokuoren lohkoihin. Isoaivokuori vastaa aistihavainnoista, liikkeiden tahdonalaisesta säätelystä ja älyllisestä toiminnasta. Tutkimuksissa **isoaivokuorelta** on paikannettu aistitoiminnoista ja motorisesta säätelystä vastaavia alueita. Niiden välissä olevat alueet ovat niin sanottuja assosiaatioalueita, jotka keräävät tietoa aivojen eri alueilta. Tällaisia assosiaatioalueita ovat muun muassa **Brocan alue**, joka vastaa puheen tuottamisesta, ja **Wernicken alue**, joka vastaa puheen ymmärtämisestä. Myös oppiminen ja muistaminen tapahtuvat pääosin isoaivokuorella. Isoaivokuori toimii tiiviissä yhteistyössä muiden aivojen osien kanssa.

Pikkuaivot

Pikkuaivot ovat rakenteeltaan isoaivojen kaltaiset. Myös pikkuaivoissa on harmaa kuorikerros, ja niiden sisäosissa on valkean aineen keskellä harmaan aineen alueita. Liikkeiden säätely ja liikeratojen oppiminen tapahtuu pikkuaivoissa. Kun isoaivokuorelta lähtee lihaksille liikekäsky, viesti aiotusta liikkeestä tulee myös pikkuaivoihin. Myös korvan tasapainoaistilta tulee tietoa pikkuaivoille koko ajan. Pikkuaivot säätävät liikkeet tarkoiksi vertailemalla aiottuja liikkeitä suoritettuihin liikkeisiin ja korjaamalla niitä. Myös vakiintuneiden liikeratojen oppiminen esimerkiksi eri urheilusuorituksissa on mahdollista pikkuaivojen ansiosta.

Väliaivot

Väliaivojen talamus on harmaan aineen muodostama tumake. Sensoriset hermoradat kulkevat aivokuorelle talamuksen kautta. Väliaivojen hypotalamus ohjaa kehon hormonitoimintaa. Se ohjaa aivolisäkkeen hormonien eritystä. Aivolisäke taas ohjaa erittämiensä hormonien avulla muita umpirauhasia (viite umpierityskappaleeseen).

Aivorunko

Aivorunkoon kuuluvat keskiaivot, aivosilta ja ydinjatke. Hermoradat aivojen ja selkäytimen välillä kulkevat aivorungon kautta. Siellä on myös tumakkeita, jotka ovat tärkeitä autonomisen hermoston säätelykeskuksia. Ydinjatke säätelee sydämen minuuttitilavuutta, verenpainetta ja veren jakautumista elimistön eri osiin. Ydinjatkeen ja aivosillan tumakkeet säätelevät hengitysliikkeitä ja monia ruoansulatustoimintoja.

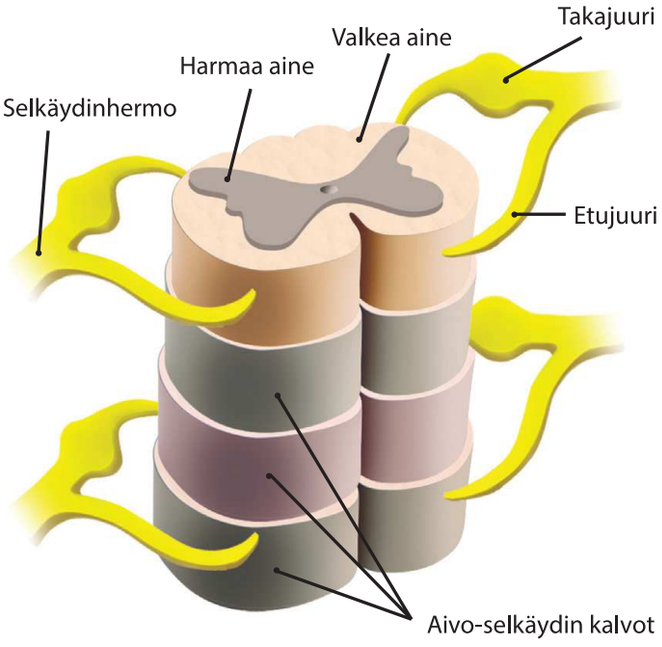
Selkäydin

Selkäydin ulottuu aivoista lannenikamiin saakka. Se on pikkusormen paksuinen keskushermoston osa, joka sijaitsee suojassa selkärangan sisällä. Selkäytimessä harmaan ja valkean aineen alueet ovat jakautuneet toisin kuin aivoissa. Keskellä selkäydintä on perhosen muotoinen harmaan aineen alue, jota valkea aine ympäröi. Selkäytimestä haarautuvat selkäydinhermot kummallekin puolelle kehoa.

Ääreishermosto

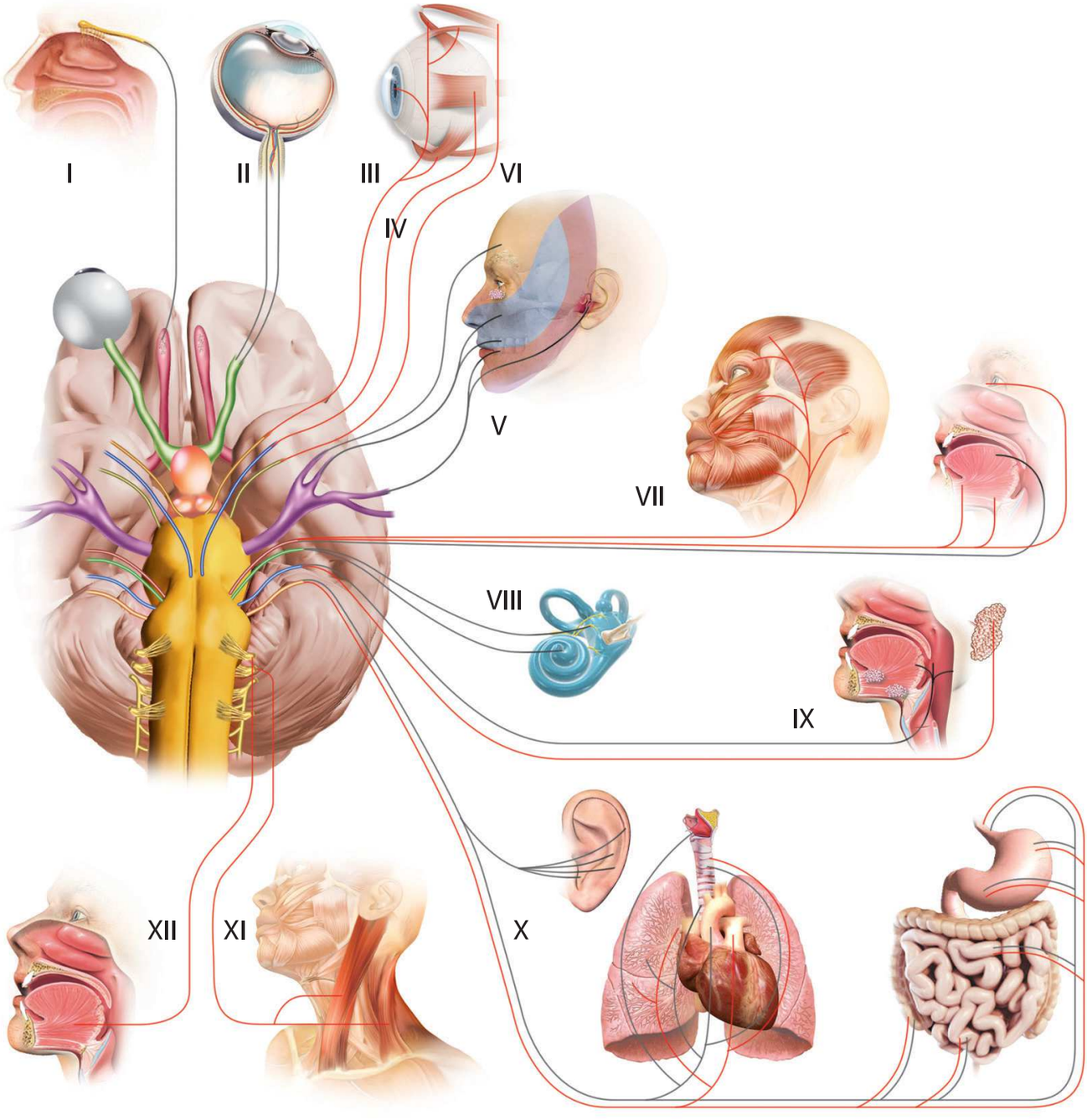
Hermot muodostuvat aksonikimpuista, joiden ympärillä on sidekudosta. Hermoradoiksi sanotaan niitä peräkkäisiä hermosoluja, joita pitkin sähköinen viesti kulkee hermostossa. Hermorata vie liikekäskyn isoaivokuorelta esimerkiksi varpaan lihaksiin. Hermoradat välittävät myös aistimukset aistinsoluilta isoaivokuorelle. Suuri osa hermoradoista risteää selkäytimessä tai ydinjatkeessa. Näin vasen aivopuolisko säätelee vasemman puolen lihasliikkeitä ja päinvastoin.

Selkäytimen poikkileikkaus



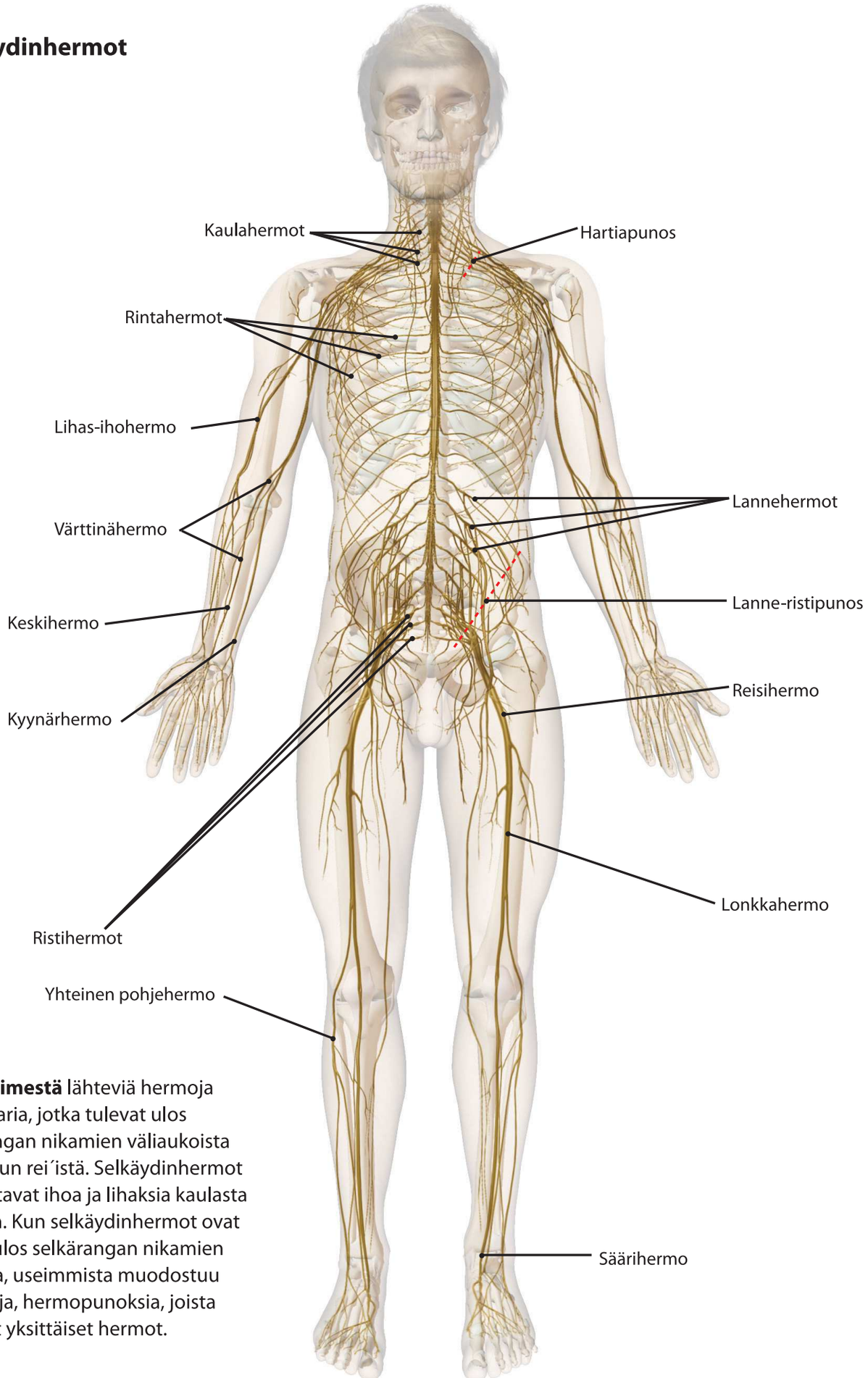
Selkäytimen keskellä on **harmaan aineen** alue. **Etujuuresta** ja **takajuuresta** lähtee aksonikimput **selkäydinhermoihin**. Hermot muodostuvat aksonikimpuista. Kaikissa hermoissa ei ole tiedonkulkua helpottavaa myeliinituppea. Hermon ympärillä on sidekudosta.

Aivohermot



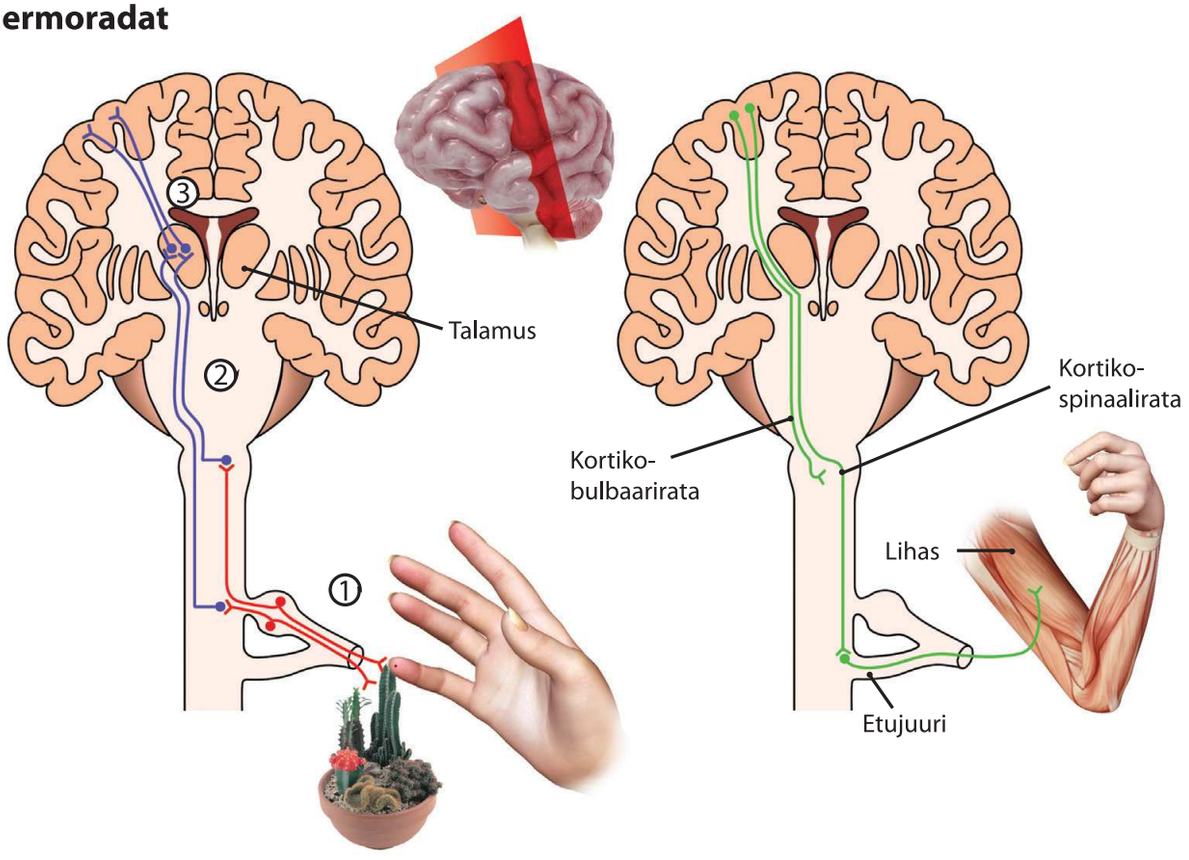
Aivojen alueelta lähteviä aivohermoja on 12 paria, ja ne on nimetty seuraavasti:
I hajuhermot, II näköhermot, III silmän liikehermot, IV telahermo, V kolmoishermo,
VI loitontajahermo, VII kasvohermo, VIII kuulo-tasapainohermo, IX nieluhermo,
X kiertäjähermo, XI lisähermo, XII kielen liikehermo.

Selkäydinhermot



Selkäytimestä lähteviä hermoja on 31 paria, jotka tulevat ulos selkärangan nikamien väliaukoista ja ristiluun rei´istä. Selkäydinhermot hermottavat ihoa ja lihaksia kaulasta alaspäin. Kun selkäydinhermot ovat tulleet ulos selkärangan nikamien aukoista, useimmista muodostuu kimppuja, hermopunoksia, joista lähtevät yksittäiset hermot.

Hermoradat



a) **Sensorisessa hermoradassa** on kolme hermosolua (1, 2, 3). Radat risteävät talamuksessa.

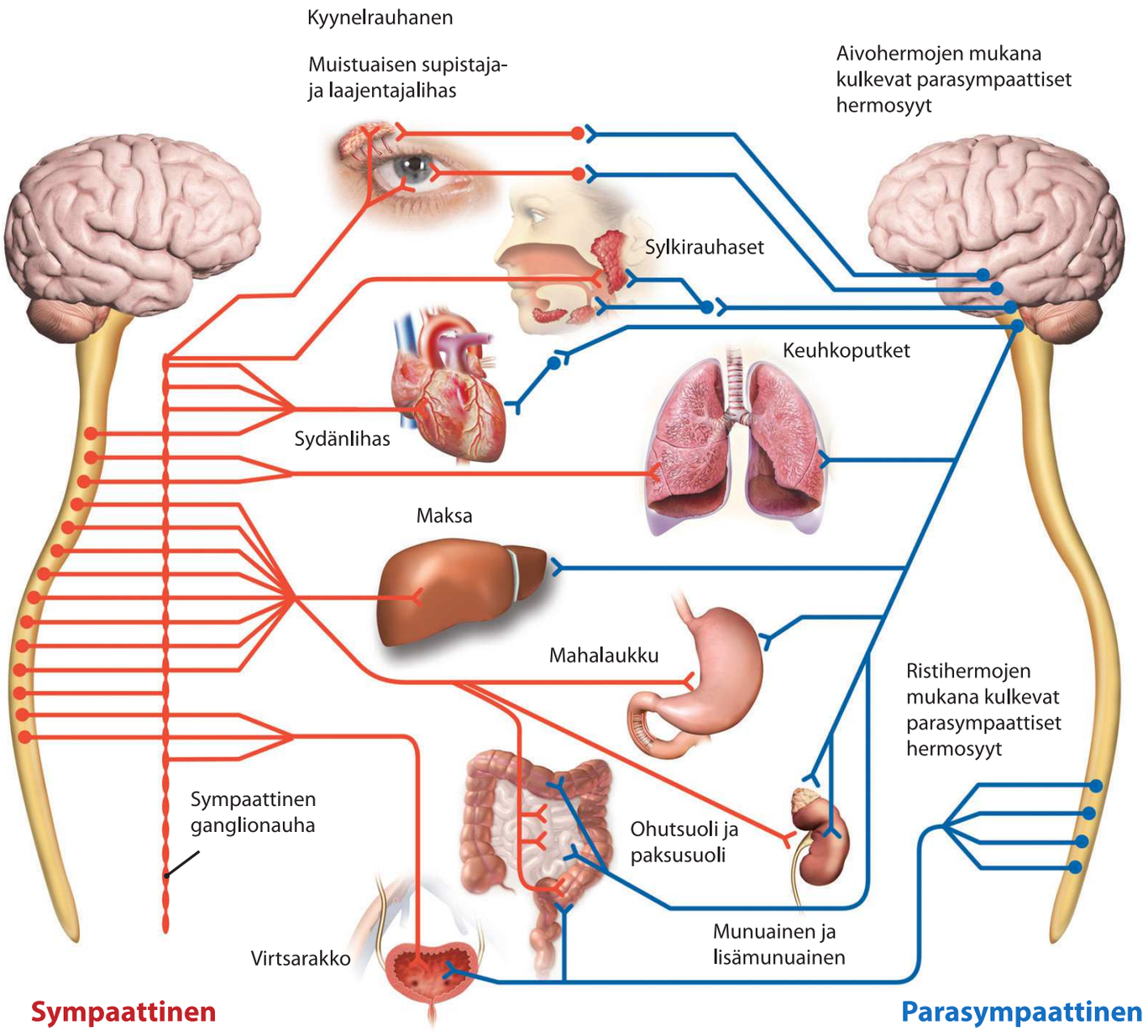
b) **Kortikospinaalirata** ja sen rinnalla kulkeva **kortikobulbaarirata** välittävät aivokuoren liikekäskyt lihassoluille. Aivokuorella sijaitsevan hermosolun aksoni kuljettaa liikekäskyn ydinjatkeen kautta selkäytimeen. Selkäytimessä aksoni synapsoi välineuronin tai alfamotoneuronin kanssa. Alfamotoneuroni eli liikehermosolu vie supistumiskäskyn lihassoluille.

Pyramidirata
on yhteisnimitys liikehermoradoille. Kortikospinaalirata kulkee selkäytimen kautta, kun taas kortikobulbaarirata päättyy aivorunkoon ja on yhteydessä aivohermoissa kulkeviin liikehermosoluihin.

Autonominen hermosto

Autonomisen hermoston tehtävänä on pitää yllä elimistön homeostaasia eli tasapainotilaa. Toinen tärkeä autonomisen hermoston tehtävä on saada elimistön voimavarat käyttöön stressitilanteissa. Tämä säätely tapahtuu säätelemällä ei-tahdonalaisten lihasten ja rauhasten toimintaa. Autonominen hermosto jaetaan toiminnallisesti sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon. Sympaattinen hermosto toimii stressitilanteissa kiihdyttämällä elimistön toimintaa. Parasympaattinen hermosto taas on toiminnassa, kun ihminen on levossa.

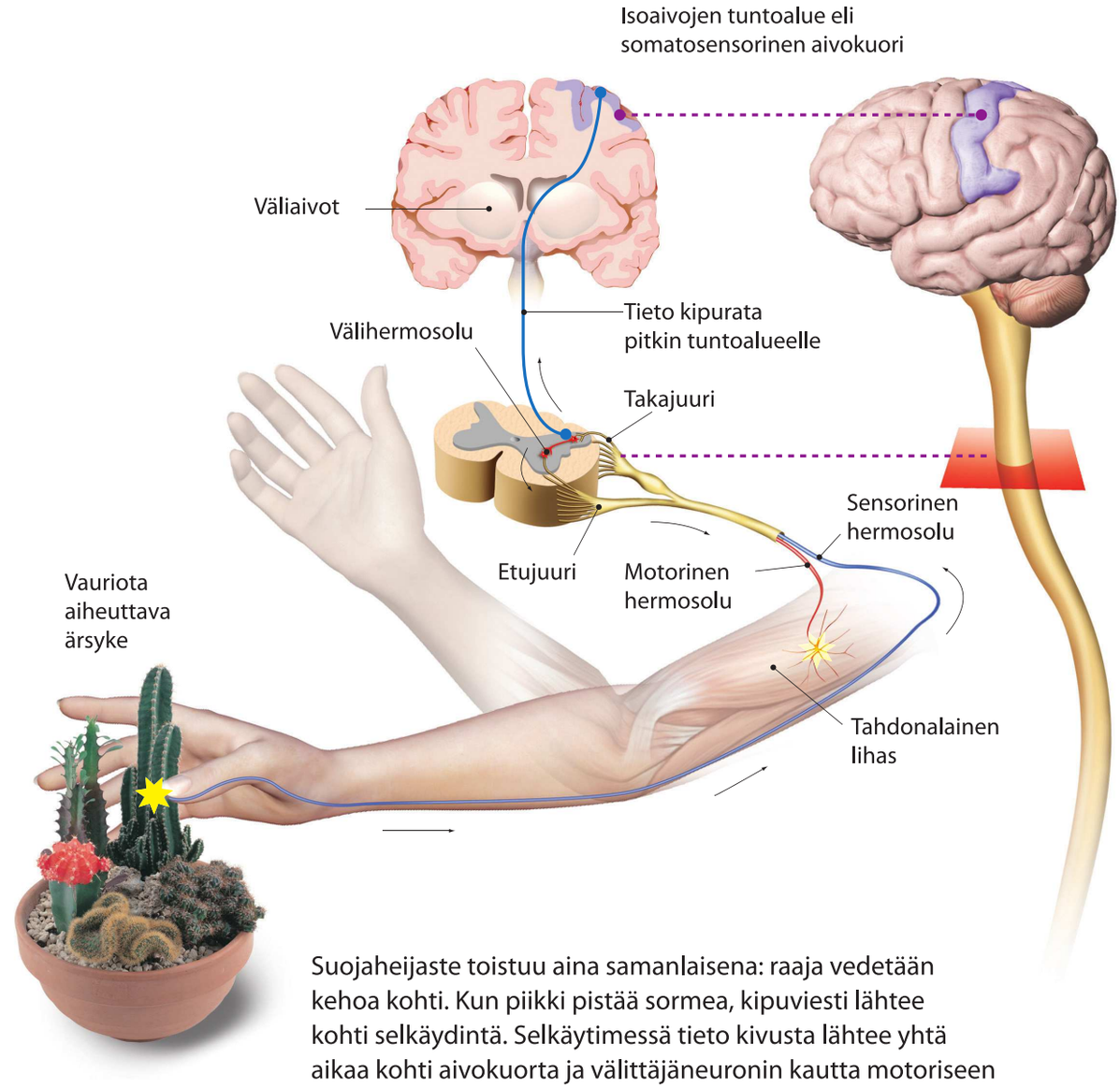
Autonomisen hermoston toiminta



Sympaattiset ja parasympaattiset hermot hermottavat samoja elimiä. Sympaattinen on kiihdyttävä ja parasympaattinen rauhoittava. Sympaattisella hermostolla on selkärangan molemmin puolin **ganglioista** eli hermosolmuista muodostunut ”helminauha”. Sympaattiset hermosyyt kulkevat rinta- ja lannehermojen mukana. Parasympaattiset hermosyyt kulkevat aivohermojen ja ristihermojen mukana.

Heijasteet

Heijasteet eli refleksit suojaavat elimistöämme vaurioilta. Lisäksi ne säätelevät lihas- ja rauhastoimintaa. Autonomiset heijasteet ohjaavat sileiden lihasten ja rauhasten toimintaa. Somaattiset heijasteet vaikuttavat poikkijuovaisiin lihaksiin. Vastasyntyneellä näitä automaattisia tietoisuudesta riippumattomia liikkeitä on runsaasti. Aivojen kypsyessä suurin osa heijasteista katoaa. Koukistusheijasteet eli suojaheijasteet suojelevat nimensä mukaisesti kehoa: kun ihminen koskettaa kuumaa esi-

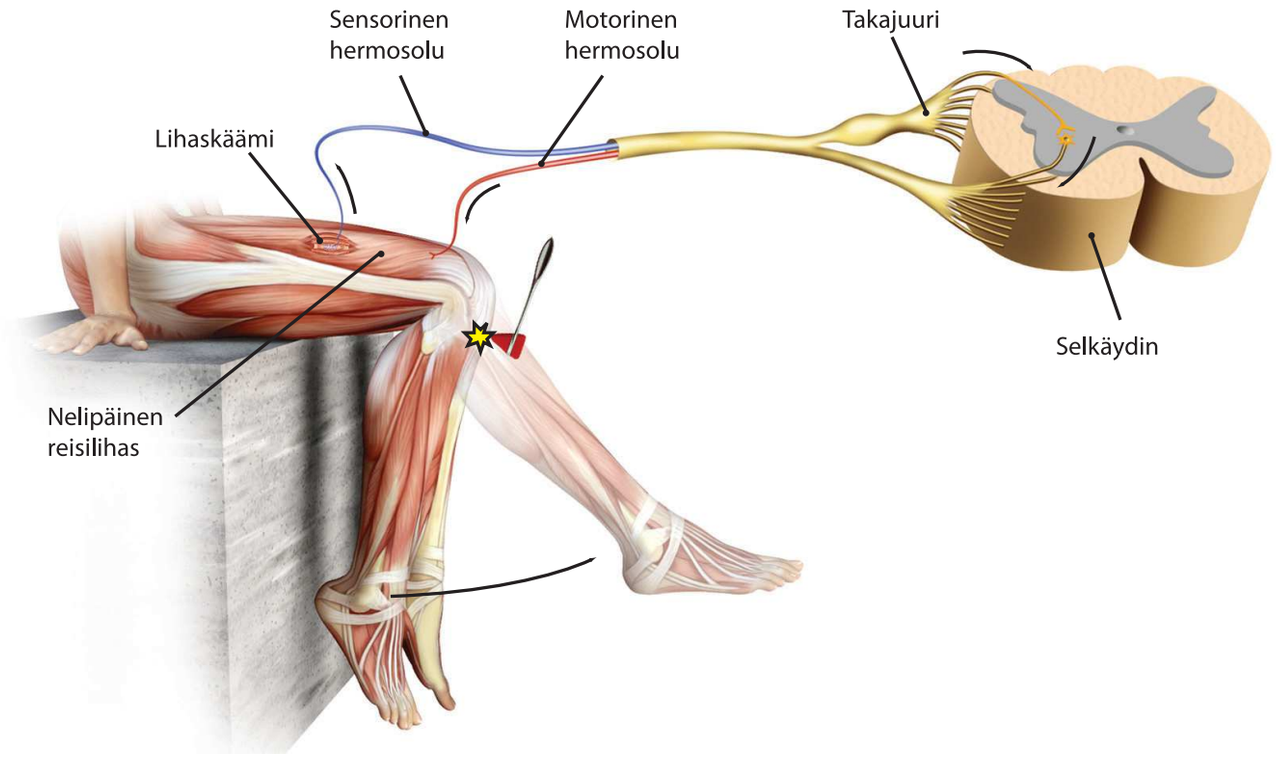


Suojaheijaste toistuu aina samanlaisena: raaja vedetään kehoa kohti. Kun piikki pistää sormea, kipuviesti lähtee kohti selkäydintä. Selkäytimessä tieto kivusta lähtee yhtä aikaa kohti aivokuorta ja välittäjäneuronin kautta motoriseen neuroniin. Näin lihakset supistuvat heti ja käsi vedetään pois suunnilleen samaan aikaan kuin viesti saapuu aivokuorelle ja kipu tiedostetaan.

nettä, hän vetää kätensä pois jo ennen kuin hän edes tiedostaa tekevänsä liikkeen. Tuttu heijaste on myös venytysheijaste, jota lääkäri testaa kopauttamalla kumivasaralla reisilihaksen jänteeseen polvilumpion alapuolelle. Lihasten ympärillä on hermoja, lihaskäämejä, jotka reagoivat lihaksen äkilliseen venytykseen, jottei lihas ei pääse venymään liikaa.

Heijaste välittyy hermostossa pitkin heijastekaarta. Yksinkertaiseen heijastekaareen kuuluvat aistinsolut, sensoriset hermosyyt, välittäjäneuroni keskushermostossa tai säätelykeskus selkäytimessä tai aivoissa, motoriset hermosyyt ja lihas- tai rauhassolut.

Venytysheijaste



Kun lihas uhkaa venyä liikaa, lihas supistuu nopeasti ja estää venymisen. Näin käy heijastetestissä. Kun reisilihaksen jänteeseen kopautetaan, reisilihas supistuu ja jalka heilahtaa ylöspäin.

Muisti ja oppiminen

Muisti jaetaan lyhytkestoiseen ja pitkäkestoiseen muistiin. Lyhytkestoinen muisti perustuu tiettyjen hermosolujen sähköiseen aktiivisuuteen, kun taas pitkäkestoinen muisti perustuu hermosoluissa tai hermotukisoluissa tapahtuviin fysikaalisiin tai kemiallisiin muutoksiin. Oppimisessa toiminta muuttuu kokemuksen perusteella, kun koettuja asioita käsitellään uudelleen. Oppiminen on tiedon hankkimista ja muisti tiedon säilyttämistä.

Sensorinen muisti on hyvin lyhytaikainen aistitiedon varasto. Sen tehtävänä on pitää aistimuksia muistissa niin kauan, että niistä ehtii syntyä tulkinta. Työmuistin lyhytaikaisena varastona on otsalohko. Kun ihminen tekee muistiinpanoja, hän käyttää työmuistiaan. Tällöin hän saattaa muistaa kirjoittamansa asian vain sen hetken, kun hän kirjoittaa sen.

Pitkäkestoiseen muistiin tallentuu aivoille tärkeitä asioita. Se voidaan jakaa elämäkerralliseen muistiin, johon tallentuu tunteita, tapahtumia ja kokemuksia, ja tietomuistiin. Aivojen hippokampus, joka sijaitsee ohimolohkon pohjassa, osallistuu tietojen tallentamiseen aivokuoren assosiaatioalueille.

Aivot ovat muovautuvat eli plastiset. Eletty elämä muokkaa aivoja, kun tapahtumat tallentuvat muistiin. Vanhana ihminen on kaiken kertyneen elämänkokemuksensa myötä viisaampi kuin nuorena.

Tunteet

Isoaivojen ohimolohkojen sisäsivulla, aivokurkiaisen yläpuolella sijaitsee niin sanottu limbinen järjestelmä. Osa limbisestä järjestelmästä osallistuu muistitoimintoihin ja osa taas vastaa tunne-elämästä. Limbiseen järjestelmään kuuluu myös osa hypotalamuksesta, joka on autonomisen hermoston tärkeä säätelykeskus. Tämän takia voimakkaat tunnetilat voivat aiheuttaa punastumista, hikoilua ja sydämen tykytystä. Hajuhermot ovat yhteydessä limbiseen järjestelmään, ja hajuaistimukset aiheuttavatkin voimakkaita tunneperäisiä mielleyhtymiä.

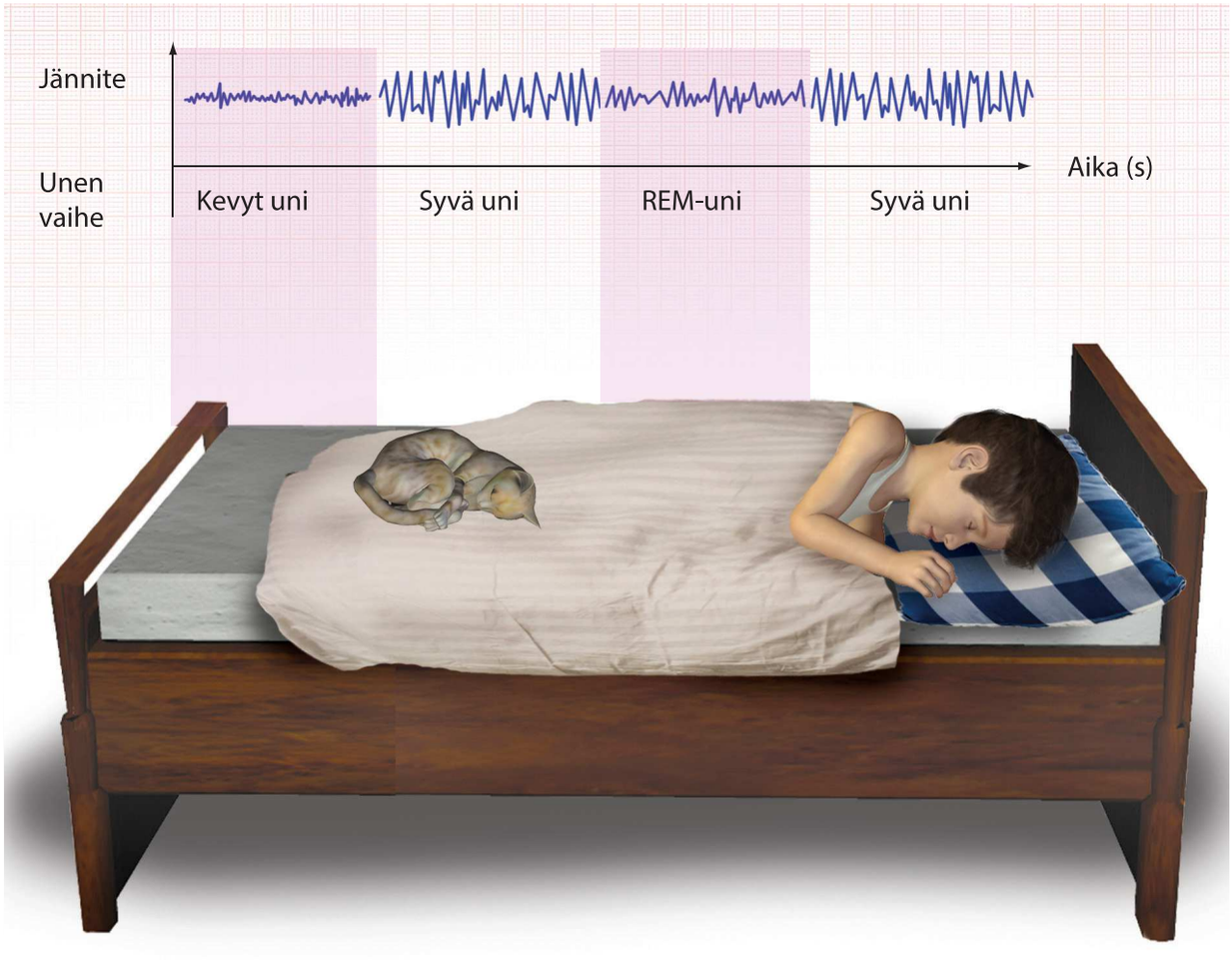
Uni ja valvetila

Aivorungon aivoverkosto pitää yllä vireystilaa. Se huolehtii heräämisestä ja tietoisuuden palaamisesta unen jälkeen. Aivoverkoston hermosolut reagoivat ulkoisiin ärsykkeisiin, kuten ääniin, ja lähettävät aivokuorelle aksoneja pitkin impulsseja, kunnes ihminen herää. Heräämisen jälkeen aisti-ärsykkeet ja myös isoaivokuorelta tulevat, lihasliikkeitä säätelevät motoriset radat pitävät aivoverkoston aktiivisena ja vireystila säilyy.

Kun ihminen haluaa nukahtaa, hän yleensä pyrkii minimoimaan ulkoiset ärsykkeet. Vähitellen isoaivokuori vaipuukin tajuttomuutta muistuttavaan tilaan. Unessa kevyen unen ja syvän unen jaksot vuorottelevat. Unen vaiheita voi tutkia aivosähkökäyrän eli elektroenkelografian (EEG) avulla. Unentarve on yksilöllinen. Vastasyntynyt nukkuu suurimman osan vuorokaudesta, kun taas aikuinen tarvitsee unta 6–9 tuntia yössä.

Vaikeus saada unta voi johtua siitä, että aivoverkosto pitää vireyttä yllä. Esimerkiksi töiden tekeminen myöhään illalla tai mobiililaitteella pelaaminen voi häiritä uneen vaipumista.

Aivoverkosto
Aivoverkostoon kuuluu aivorungosta aivokuorelle lähteviä hermosoluja ja vastaavasti sensorisista hermoista tulevia aksoneita. Aivoverkosto pitää yllä vireystilaa.



Eri univaiheilla on tyypillinen EEG-käyränsä. Koko yön kestävä uni koostuu **useista unijaksoista**, Jokainen unijakso kestää noin **puolitoista tuntia**, ja sen aikana siirrytään kevyestä unesta sikeään uneen ja jälleen takaisin. Ensimmäisen unijakson jälkeen kevyt uni vaihtuu vilkeuneen eli REM-uneen (lyhenne sanoista: rapid eye movement). REM-unen aikana EEG-aktiivisuus muistuttaa valvetilan aikaista EEG-toimintaa ja ihminen näkee unia.

Synapsit ja välittäjäaineet

Yksi hermosolu on synapsien kautta yhteydessä jopa tuhanteen muuhun hermosoluun. Synapsit jaotellaan välittäjäaineiden mukaan kiihdyttäviin eli eksitoiviin synapseihin ja estäviin eli inhiboiviin synapseihin. Samaan hermosoluun voi tulla sekä kiihdyttäviä että estäviä synapseja. Nimensä mukaisesti eksitoivat välittäjäaineet siirtävät impulssin eteenpäin, kun taas inhiboivat välittäjäaineet estävät viestin kulun. Kiihdyttäviä välittäjäaineita ovat esimerkiksi asetyylikoliini, joka toimii hermolihasliitoksessa, dopamiini, serotoniini ja noradrenaliini. Estäviä välittäjäaineita taas ovat esimerkiksi gamma-aminovoihappo, glysiini ja tauriini. Päihteet ja huumausaineet vaikuttavat aivoissa matkimalla välittäjäaineita tai vaikuttamalla välittäjäaineiden toimintaan.

CASE | VASTAUS

MS-tauti on keskushermoston sairaus, jonka oireet aiheutuvat aivojen, selkäytimen ja näköhermon paikallisista tulehdusmuutoksista, joita kutsutaan demyelinisaatioksi. Demyelinaatiossa hermojen viejähaarakkeita ympäröivä eristekerros, myeliinivaippa, vaurioituu tulehdusprosessin myötä. MS-tauti on autoimmuunisairaus, jossa kehon oma puolustus erittää vasta-aineita omia kudoksia vastaan. Yksi tavallisimmista toimintakykyä haittaavista oireista on selittämätön ja voimakas uupumus. Muita oireita on muun muassa raajojen lihasheikkous ja jäykkyys, tasapainohäiriöt, huimaus, kaksoiskuvat ja virtsarakon ja suolen toimintahäiriöt.

MS-taudin hoitona ovat lääkehoito ja lääkinnällinen kuntoutus. Tauti etenee usein aaltomaisesti ja pahenemisvaiheiden kautta. MS-tauti on naisilla kaksi kertaa yleisempi kuin miehillä, ja se on myös yleisempää maamme länsikuin itäosissa. Suomessa 16–44-vuotiailla MS-tauti on kolmanneksi yleisin työkyvyttömyyseläkkeen syy.

TEHTÄVÄT

1. Autonomisen hermostolla on sympaattinen ja parasympaattinen vaikutus. Miten ne eroavat toisistaan?
2. Olet ollut yövuorossa töissä. Kun pääset kotiin, olet väsynyt mutta et millään saa unen päästä kiinni. Mikä osa aivojasi on vielä aktiivinen ja estää nukahtamisen?
3. Miksi ihminen voi punastua nolossa tilanteessa?
4. Alzheimerin tauti on yleisin dementiaa aiheuttava parantumaton sairaus. Arvioiden mukaan sitä sairastaa Suomessa yli 70 000 potilasta. Ota selvää mistä Alzheimerin tauti johtuu.

11

Aistit

- Aistien avulla ihminen saa tietoa ympäristöstään ja omasta kehostaan. Näiden tietojen avulla hän voi toimia tarkoituksenmukaisesti ja välttää vaaroja.
- Aisteja ovat näkö-, kuulo-, haju-, maku-, ja tuntoaisti. Lisäksi ihminen saa tietoa kehonsa asennosta ja liikkeistä tasapaino-, asento- ja liikeaistin välityksellä.
- Aistinsolut sijaitsevat aistinelimissä, kuten silmässä, tai erikoistuneina hermosoluina eri puolilla kehoa.
- Aistinsolujen reseptorit reagoivat erilaisiin ärsykkeisiin eli stimuluksiin, jotka saavat aikaan hermoimpulssin.
- Hermoimpulssi tulkitaan aivokuorella.

CASE | Mitä vastaat?

Ystäväsi on synnyttänyt lapsen raskausviikolla 32. Heille on kerrottu että vauva tulee saamaan kenguruhoitoa. Ystäväsi kysyvät sinulta mitä kenguruhoito tarkoittaa ja miksi se on keskosvauvalle tärkeää? Osaatko vastata?

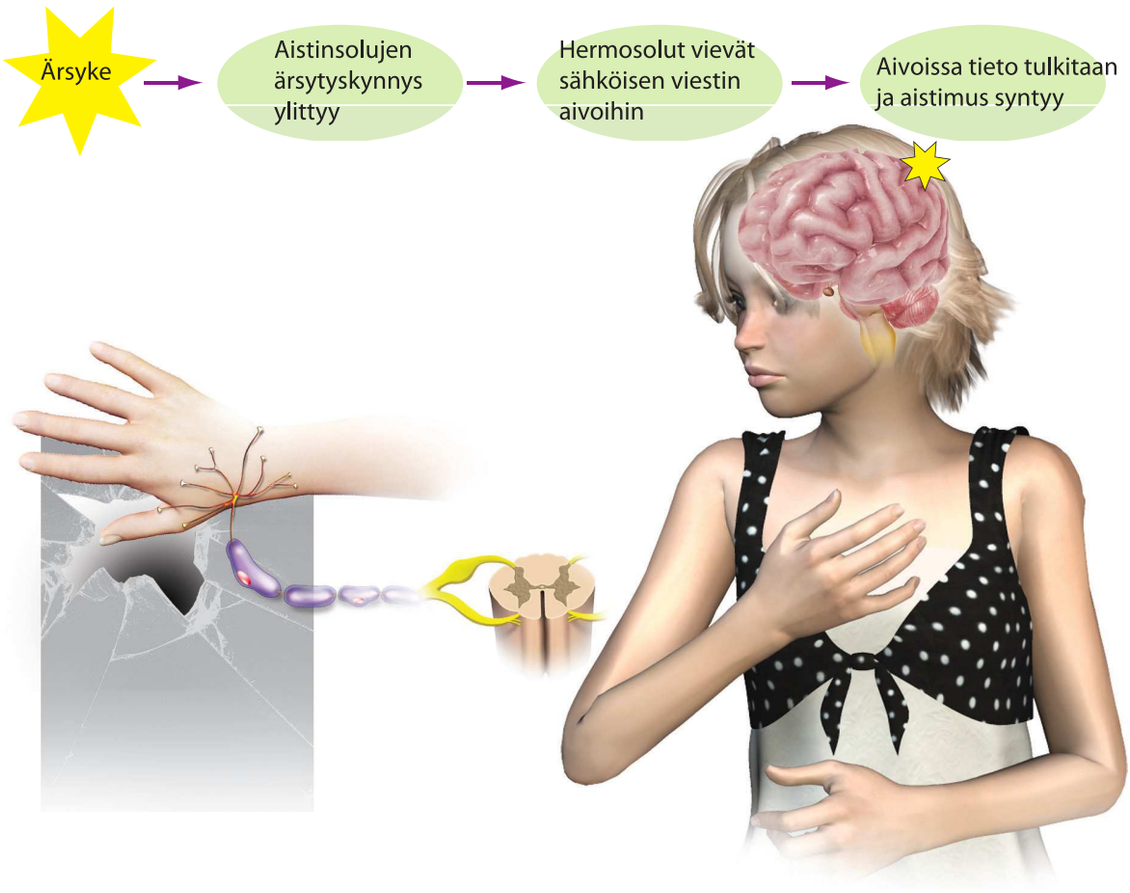
Sensoriset toiminnot

Tekijöitä, jotka vaikuttavat elintoimintoihimme aistien kautta, kutsutaan ärsykkeiksi eli stimuluksiksi. Ärsykkeisiin reagoivat aistinreseptorit eli vastaanottajat, jotka sijaitsevat aistinsoluissa. Aistinsolut muuntavat ärsykkeet hermoimpulsseiksi, jotka kulkevat hermoratoja pitkin keskushermostoon. Aistimustoimintoja kutsutaan sensorisiksi toiminnoiksi. Niinpä hermoratoja, jotka tuovat tietoa reseptorisoluilta keskushermostoon, kutsutaan sensorisiksi hermoradoiksi. Keskushermostossa impulssit tulkitaan isoaivokuorella.

Ihminen aistii erilaisia energiamuotoja. Näköaisti aistii sähkömagneettista säteilyä (valoa). Haju- ja makuaisti taas ovat kemiallisia aisteja: ne reagoivat erilaisiin kemiallisiin aineisiin. Kuuloaistin avulla puolestaan aistitaan mekaanista energiaa ja tuntoaistin avulla mekaanisen energian lisäksi lämpöenergiaa. Korva aistii ilman värähtelyä ja tuntoaisti paineen ja lämpötilan muutoksia. Vastaavasti kipuaistireseptorit

Ihmisen aistit

Aistimuksen syntyminen



reagoivat monenlaisiin elimistölle haitallisiin ärsykkeisiin. Aisteihin luetaan myös asento- ja liikeaisti, johon luetaan sisäkorvan tasapainoaisti sekä lihasten, jänteiden ja nivelten reseptorit. Jos aistimuksen aiheuttava ärsyke jatkuu pitkään, ihminen tottuu siihen. Tätä kutsutaan adaptaatioksi eli sopeutumiseksi. Sopeutumista on esimerkiksi se, ettei ihminen koko ajan aisti vaatteiden kosketusta ihollaan.

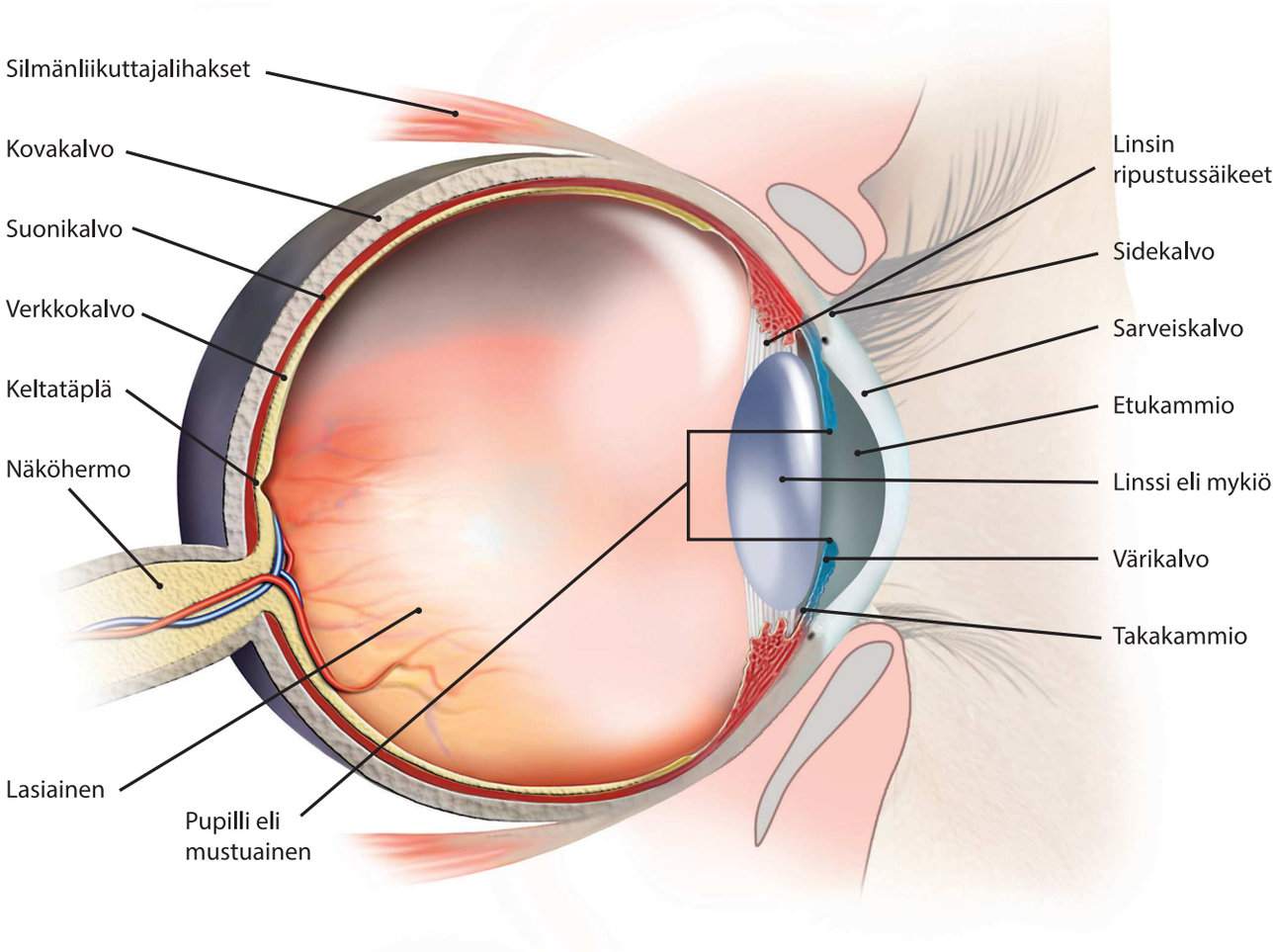
Näköaisti

Ihminen saa eniten tietoa ympäristöstään näköaistin avulla. Näköaistimus syntyy, kun reseptorisolut reagoivat kohteesta heijastuvaan valoon. Reseptorisolut sijaitsevat silmässä, joka on suojassa kallon luisessa silmäkuopassa. Silmää suojaavat silmäluomet, jotka levittävät silmän ulkonurkassa sijaitsevan kyynelrauhasen muodostamaa nestettä silmän pinnalle. Kyynelnesteessä on bakteereja tappavia aineita.

Silmän etuosassa sijaitsevat rakenteet taittavat valonsäteet niin, että ne kohdistuvat hyvin pienelle alueelle silmän takaosan verkkokalvolla. Tällä alueella sijaitsee paljon näköreseptorisoluja. Kohteesta lähtevän valon kohdistaminen tarkan näkemisen alueelle on mahdollista silmää liikuttavien silmänliikuttajalihasten avulla. Sarveiskalvon ja linssin taittama kuva heijastuu väärinpäin verkkokalvolle. Näköaivokuori kääntää kuvan ja näemme kohteen oikeinpäin.

Tappisolut ovat erikoistuneet värien näkemiseen. Erittäin valoherkät sauvasolut toimivat hämärässä mutta erottavat ainoastaan valon määrän (mustavalkoisena). Tappeja on eniten verkkokalvon keltatäplässä, jonka keskellä on keskikuoppa eli tarkan näkemisen alue. Sauvasolut ovat sijoittuneet verkkokalvon reunoille. Näköreseptorisoluissa valoon reagoiva osa on näköpigmenttiä. Tappisoluissa on siniherkkää, viherherkkää ja punaherkkää pigmenttiä. Ihminen näkee värejä ja värisävyjä, kun hänen aivonsa vertaavat erilaisten tappityyppien aktivoitumista. Sauvasolujen näköpigmentti on rodopsiini, jonka muodostumiseen tarvitaan A-vitamiinia. Kun ihminen siirtyy kirkkaasta valosta pimeään, hän ei aluksi näe mitään. Vähitellen noin kahdessakymmenessä minuutissa näköpigmentit muodostuvat uudelleen ja näkökyky paranee. Myös pupilli laajenee, jolloin silmään pääsee mahdollisimman paljon valoa. Tätä kutsutaan hämäräadaptaatioksi. Hämärästä kirkkaaseen valoon siirryttäessä tapahtuu vastaavasti valoadaptaatio, joka kestää vain muutamia kymmeniä sekunteja. Reseptorien aktivoituminen muuttuu hermoimpulssiksi ja siirtyy näköhermoa pitkin takaraivolohkossa sijaitsevalle näköaivokuorelle, jossa lopullinen kuva muodostuu.

Silmän rakenne



Silmää (*oculus*) ympäröiviä kalvoja on kolme. Uloimpana sijaitsee **kovakalvo** (*sclera*), joka jatkuu silmän etuosassa **sarveiskalvona** (*cornea*). Keskellä on silmän verenkierrosta huolehtiva, verisuonia sisältävä **suonikalvo** (*shorioidea*), ja sisimpänä on **verkkokalvo** (*retina*), jossa reseptorisolut sijaitsevat. Valo tulee silmään pupillin eli **mustuaisen** (*pupilla*) kautta silmän etuosan **sarveiskalvon** läpi, joka yhdessä **linssin** eli **mykiön** (*lens*) kanssa taittaa (kohdistaa) silmään tulevan valon verkkokalvolle. Silmämunan etuosassa on kaksi nesteen täyttämää kammiota: **etukammio** ja **takakammio**. Linssi lyhenee (kupertuu) ja pitenee sädelihasten ja linssin **ripustinsäikeiden** avulla. Näin silmä mukautuu etäisyyksiin. Mitä lähemmäs katsotaan, sitä kuperampi linssi on. Silmän etuosassa on kehälihas, jonka pinnalla on **värikalvo** (*iris*). Kehälihas säätelee mustuaisen kokoa ja siten myös silmään pääsevän valon määrää. Silmän sisällä on läpinäkyvää hyytelömäistä **lasiaista** (*corpus vitreum*). Verkkokalvon takaosassa sijaitsee **keltatäplä**, jonka keskellä on näkökuoppa. Näkökuopan alapuolelta lähtee **näköhermo** (*nervus opticus*), joka vie näköaistimuksen näköaivokuorelle. Näköhermon edessä on niin sanottu sokea piste. Sen kohdalla ei ole reseptorisoluja, joten jos silmään tuleva valo kohdistetaan siihen, kohdetta ei voi nähdä. **Silmänliikuttajalihaksia** on kuusi. Niiden edustus liikeaivokuorella on suuri, koska silmän liikkeet ovat tarkkuutta vaativia.

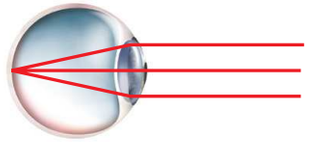
Valon taittuminen silmässä

Normaali-, liki-, ja kaukotaittoinen silmä.

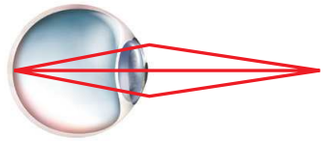
Valo taittuu voimakkaimmin ilman ja sarveiskalvon rajakohdassa. Lisäksi linssi ja kammioneste taittavat valonsäteitä lisää, ja ne taittuvat verkkokalvon näkökuoppaan, jossa on paljon tappisoluja. Linssin on litteä, kun katsotaan kauas ja kupertuu lähelle katsottaessa.

Likitaittoinen silmä on liian pitkä ja valonsäteet kohdistuvat verkkokalvon eteen, jolloin verkkokalvolle muodostuva kuva ei ole tarkka. Valon taittumista korjataan koveralla linssillä.

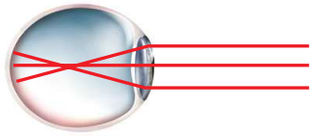
Kaukotaittoisessa silmässä valonsäteet taittuvat verkkokalvon taakse. Tämä voi johtua siitä, että silmämuna on liian lyhyt tai linssi ei kuperru normaalisti. Näin tapahtuu usein kun ihminen vanhenee ja linssin kimmoisuus vähenee. Tämän taittovirheen voi korjata kuperalla linssillä.



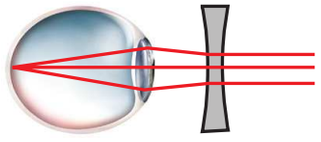
Normaalitaittoinen silmä katsottaessa kauas



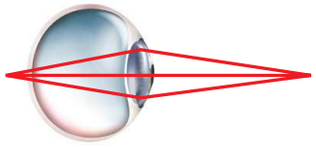
Normaalitaittoinen silmä katsottaessa lähelle



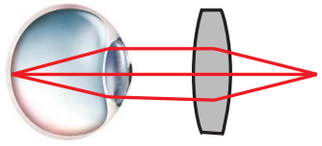
Likitaittoinen silmä katsottaessa kauas



Likitaittoinen silmä katsottaessa kauas ja korjattuna koverilla linsseillä



Kaukotaittoinen silmä katsottaessa lähelle



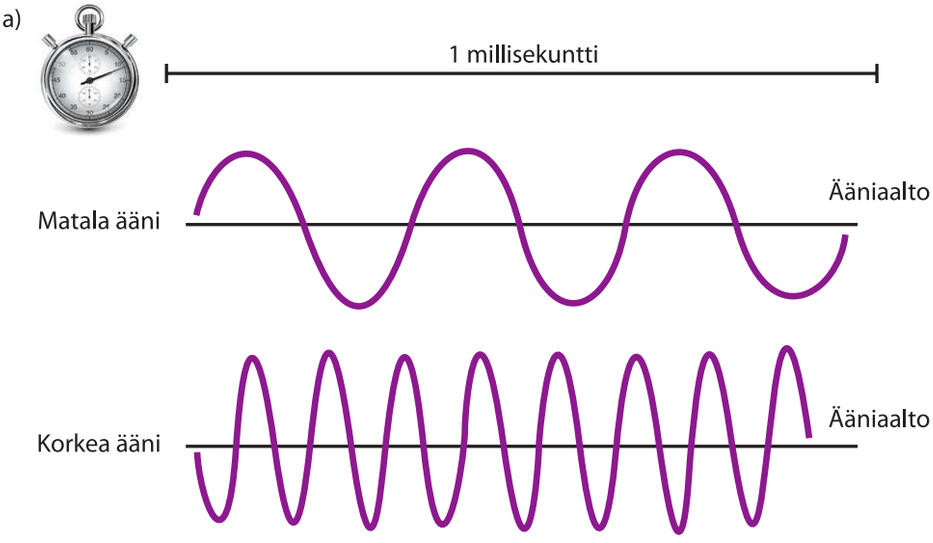
Kaukotaittoinen silmä katsottaessa lähelle ja korjattuna kuperilla linsseillä

Kuuloaisti

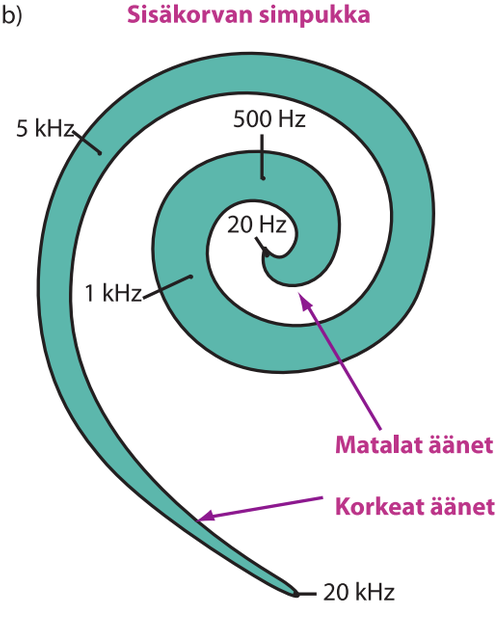
Ääntä eli äänilähteen värähtelyä aistitaan kuuloaistilla. Äänilähteenä voi toimia toisen ihmisen äänihuulet tai vaikkapa rummun kalvo. Äänilähteen ympärillä syntyy sarja ilmanpaineen lisääntymisiä ja vähenemisiä. Paineenmuutokset leviävät joka suuntaan ja osuvat myös tärykalvoon, joka alkaa värähdellä samassa tahdissa äänilähteen kanssa. Tärykalvo liikkuu sisäänpäin aina, kun siihen kohdistuu painetta, ja ulospäin, kun paine laskee. Tärykalvolle ääniaallot kulkeutuvat ulkokorvan korvalehden ja korvakäytävän kautta. Korvakäytävässä on vahaa erittäviä rauhasia. Vaha muodostaa korvakäytävään kosteudelta ja epäpuhtauksilta suojaavan rasvapitoisen ja vettä hylkivän kalvon.

Välikorvassa ääniaallot etenevät kuuloluita pitkin ja vahvistuvat. Kuuloluut ovat kiinni simpukassa. Simpukka on kotilon muotoinen ja nesteen täyttämä. Kun ääniaallot siirtyvät nesteen täyttämään simpukkaan, tyvilevy alkaa liikkua nesteessä aaltomaisesti. Tyvilevyn päällä olevat kuulosolut koskettavat tällöin niiden päällä olevaa katekalvoa ja kuuloaistimus saa alkunsa. Tyvilevy aaltoilee sitä lähempänä simpukan kärkeä, mitä matalampi ääni on kyseessä. Kuulohermo välittää impulssin isoaivojen kuuloalueelle

a)



b)



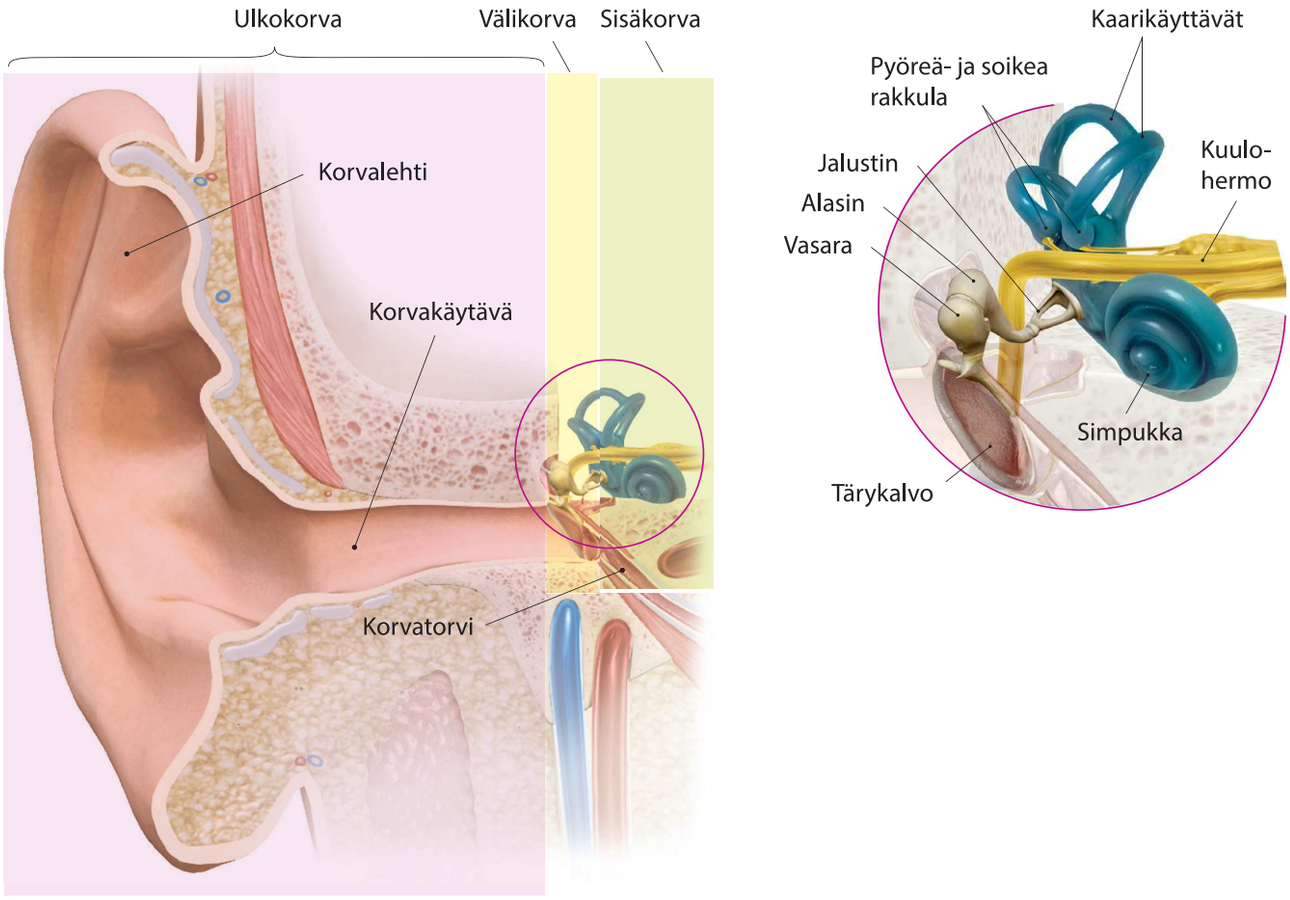
a) Ääni on mekaanista aaltoliikettä. Ilmassa ääni etenee aaltoliikkeenä. Äänen taajuuden yksikkö on hertsi (Hz). Taajuus kertoo värähtelyjen lukumäärän sekunnissa. Mitä tiheämmin äänilähde värähtelee, sitä korkeampana se kuullaan. Ihmisen kuuloalue on noin 16–20000 Hz.

b) Ihminen tajuaa äänen korkeuden sen perusteella, kuinka kauas ääniaallot etenevät simpukassa. Simpukan nesteessä korkeat äänet aiheuttavat aaltoja vain simpukan alkuosassa, kun taas matalien äänien aiheuttamat aallot etenevät simpukan kärkeen.

Melu

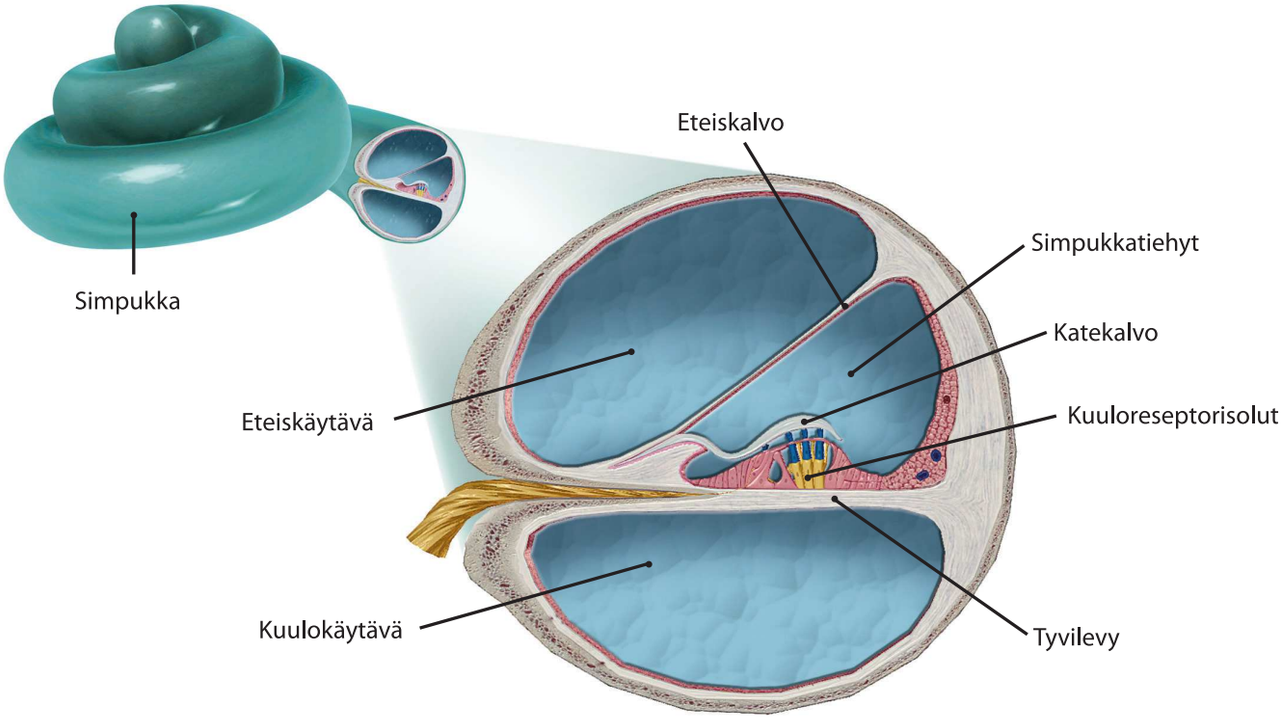
Äänen voimakkuuden yksikkö on desibeli. Äänenvoimakkuus riippuu siitä, kuinka suuria ääniaaltojen paineenvaihtelut ovat. Jos tärykalvoon osuvat paineenvaihtelut ovat voimakkaita, tärykalvokin värähtelee voimakkaammin. Liian voimakkaat äänet voivat vaurioittaa korvia. Se, että jokin ääni koetaan voimakkaaksi, johtuu äänen aaltoliikkeen eli ääniaaltojen suuresta liike-energiasta. Lyhytaikainen altistuminen melulle aiheuttaa väliaikaisen muutoksen kuulokynnyksessä, jolloin kaikkein hiljaisimmat äänet jäävät kuulematta. Jos ihminen altistuu melulle säännöllisesti, hänen kuulokynnyksensä nousee pysyvästi. Melu voi aiheuttaa myös tinnitusta, joka on etenkin muusikoiden ammattitauti. Tinnituksessa ihminen aistii korvissaan ylimääräisiä ääniä, kuten jatkuvaa suhinaa tai piippausta. Tinnituksen epäillään johtuvan melun aiheuttamista vaurioista reseptorisoluissa.

Korvan rakenne



Ulkokorvaan kuuluvat **korvalehti** (*auricula*), joka kerää ääniaaltoja, ja **korvakäytävä** (*meatus acusticus*). Ulkokorvan ja sisäkorvan rajalla on **tärykalvo** (*membrana tympani*), joka vahvistaa korvaan tulleiden ääniaaltoja. Tärykalvossa ovat kiinni välikorvan kuuloluut: **vasara** (*malleus*), **alasin** (*incus*) ja **jalustin** (*stapes*). Välikorvasta lähtee nieluun myös **korvatorvi** (*tuba auditiva*), joka tasaa välikorvan painetta. Jalustin on kiinni sisäkorvan **simpukassa** (*cochlea*), joka on nesteen täyttämä ja jossa reseptorisolut sijaitsevat. Sisäkorvassa ovat myös **kaarikäytävät** sekä **pyöreä ja soikea rakkula**, joiden avulla aistitaan pään liikkeitä ja asentoa. **Kuulo-tasapainohermo** vie impulssin isoaivojen kuuloalueelle, joka sijaitsee ohimolohkossa.

Simpukan rakenne ja toiminta



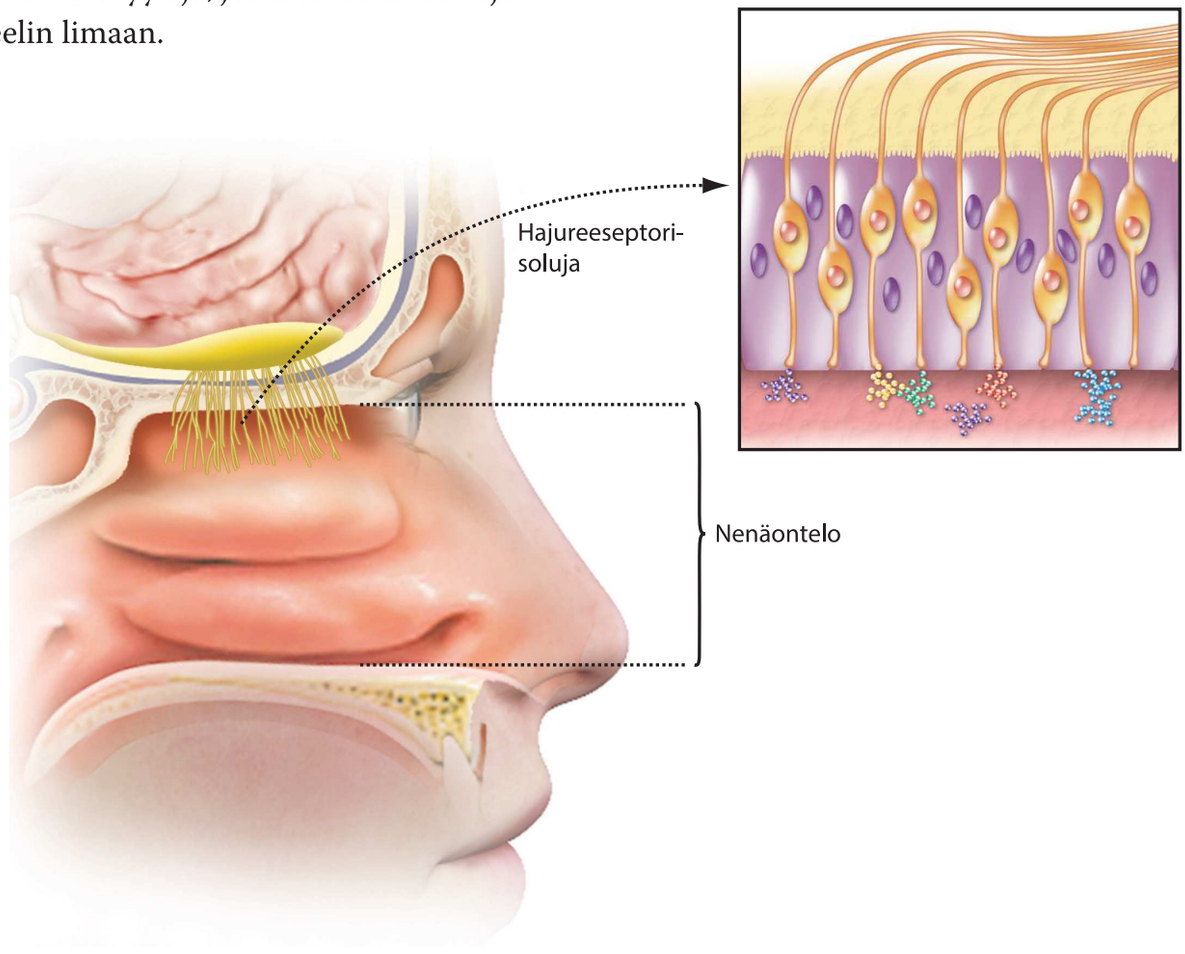
Simpukassa on kolme nesteen täyttämää käytävää. Ylin käytävä on nimeltään **eteiskäytävä**. Se alkaa eteisikkunasta ja päättyy simpukan kärkeen. Kuuloluut ovat eteisikkunassa kiinni. Kun kuuloluut värähtelevät, niiden värähtely siirtyy nesteeseen kalvon peittämän eteisikkunan kautta.

Eteiskäytävä on **simpukan** kärjen kautta yhteydessä alimpaan käytävään, **kuulokäytävään**. Kuulokäytävä päätyy soikeaan ikkunaan. Keskimmäisen käytävän, **simpukkatiehyen**, erottaa alimmasta käytävästä **tyvilevy**, jonka päällä kuuloreseptorisolut ovat neljässä rivissä. Keskimmäistä ja ylintä käytävää erottaa ohut **eteiskalvo**. Reseptorisoluissa on ohuita karvoja, ja soluja peittää hyytelömäinen **katekalvo**. Kun simpukan neste liikkuu, se saa tyvilevyn aaltomaiseen liikkeeseen. Kun aaltoliike liikuttaa tyvilevyä, kuulosolujen karvat taipuvat katekalvoa vasten ja saavat aikaan reseptorisolujen aktivoitumisen.

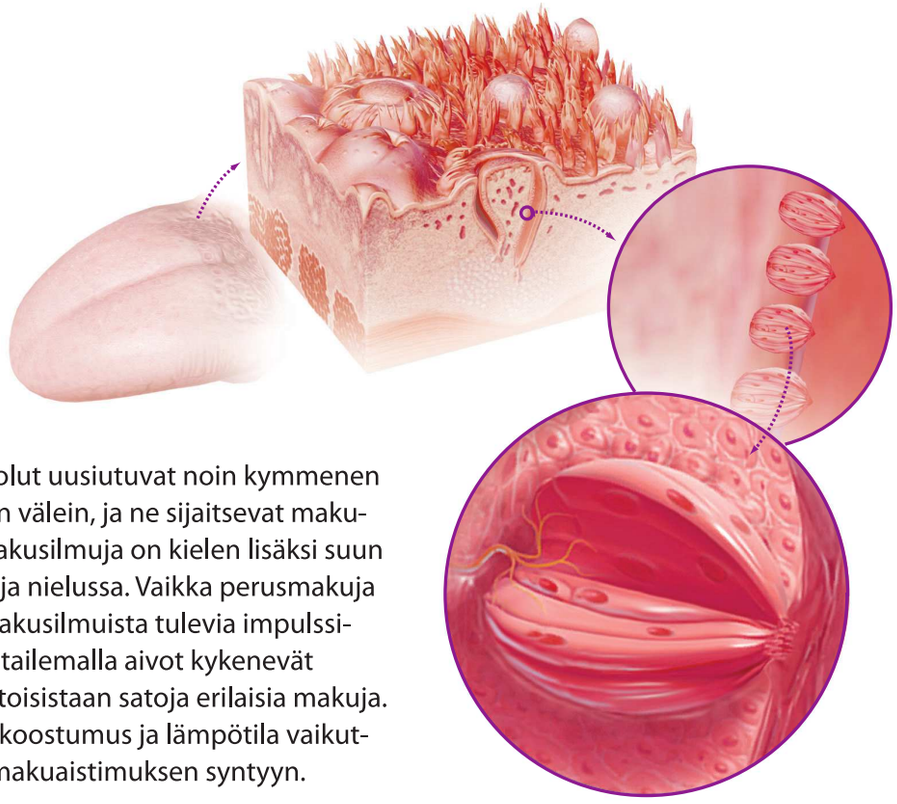
Kemialliset aistit

Maut ja tuoksut tuottavat mielihyvää, mutta ne myös varoittavat vaarasta. Pilaantuneen ruoan haju on kuvottava, mikä estää ihmistä syömästä haitallisia mikrobeja sisältävää ravintoa. Makuaisti ja hajuaisti ovat kemiallisia aisteja. Hajuaistin reseptorit sijaitsevat pienellä alueella nenäontelon yläosassa. Tämä hajuepiteeli on liman peittämä. Makuaistin reseptorit taas sijaitsevat suuontelon ja kielen makusilmuissa. Hajuaistin reseptorit vastaanottavat ilmassa leijuvia molekyylejä, jotka sekoittuvat hajuepiteelin limaan.

Makuaisti reagoi sylkeen liuenneisiin molekyyleihin. Perusmakuja on viisi: makea, suolainen, hapan, karvas ja umami, joka on suolattoman kypsennetyn lihan maku. Hajuaisti on makuaistia herkempi: ihminen pystyy haistamaan noin 10 000 erilaista hajua. Aivojen hajualue sijaitsee etuaivolohkossa limbisellä alueella. Limbinen alue osallistuu tunteiden säätelyyn. Tämän takia erilaiset hajut ja tuoksut herättävät herkästi erilaisia mielikuvia ja muistoja.



Hajuepiteeli sijaitsee **nenäontelon** (cavitas nasi) katossa. **Reseptorisoluissa** on värekarvoja, jotka ovat liman peittämiä. Hajuaineiden pitää olla limaan liuenneina, ennen kuin reseptorit reagoivat niihin. Hajusoluja on satoja erilaisia, ja niistä lähtevät aksonit kulkevat kallon seulaluun rei'istä kallon onteloon, jossa ne synaptoituvat hajukäämissä muiden hermosolujen kanssa. Hajukäämistä hermosolut kulkevat suoraan isoaivokuoren hajualueelle. Aivot pystyvät erottamaan toisistaan useita tuhansia hajuaineita vertailemalla hajusyiden impulssitiheyttä.



Makuaistinsolut uusiutuvat noin kymmenen vuorokauden välein, ja ne sijaitsevat makusilmuissa. Makusilmuja on kielen lisäksi suun limakalvolla ja nielussa. Vaikka perusmakuja on vähän, makusilmuista tulevia impulssitiheyksiä vertailemalla aivot kykenevät erottamaan toisistaan satoja erilaisia makuja. Ruoan haju, koostumus ja lämpötila vaikuttavat myös makuaistimuksen syntyyn.

Somaattiset ja viskeraaliset aistit

Somaattiset aistit tuovat tietoa iholta ja liikuntaelimistöstä. Viskeraaliset aistit taas liittyvät sisäelimiin. Vanhastaan on puhuttu tuntoaistista, joka tuo tietoa ihon aistinsoluilta. Iho aistii painetta, kosketusta ja lämpötilan muutoksia. Ihossa on erilaisia aistinsoluja, jotka ovat erikoistuneet erilaisiin ärsykkeisiin, kuten paineeseen ja kosketukseen.

Tuntoaistinsolujen tiheys vaihtelee ihoalueittain. Sormenpäissä ja huulien alueella tuntoaistinsoluja on paljon. Suurilla kehon alueilla, kuten selässä, niitä taas on vähän. Ne tuntokuoren alueet, jotka ottavat vastaan tietoa alueelta, jossa on paljon reseptorisoluja ovat suurempia kuin alueet, jotka ottavat vastaan tietoa vähemmän reseptorisoluja sisältäviltä alueilta.

Lämpötila-aisti perustuu ihon pinnan alla sijaitseviin hermopäätteisiin. Ne aistivat etenkin lämpötilan muutoksia. Kun ihon lämpötila laskee alle 15 °C:n tai nousee yli 45 °C:n, se aistitaan kipuna. Lämpötilareseptoreita on myös keskushermoston eri osissa. Ne osallistuvat kehon lämpötilan säätelyyn.

Kehon asennoista ja liikkeistä ihminen saa tietoa lihasten ja luuston aistinsolujen avulla. Lihaksissa on lihaskäämejä, jotka välittävät tietoa lihaksen pituudesta, sen supistus- tai venytysnopeudesta. Myös jänteissä olevat hermopäätteet reagoivat venytykseen. Nivelpusseissa sijaitsevat aistinsolut aistivat nivelten taivutuskulmia ja liikkeitä.

Kipuaisti

Kipuaisti suojelee ihmistä vammoilta. Kipuaistinpäätteet reagoivat ärsykkeisiin, jotka aiheuttavat tai uhkaavat aiheuttaa kudosvaurioita. Kipua välittäviä hermosoluja on kahdenlaisia: Myeliinitupellisten solujen välittämä tieto aistitaan ihon vauriokohdasta terävänä, ja se etenee nopeasti. Myeliinitupettomien hermosolujen välittämä aistimus taas kulkee hitaammin, ja se aistitaan tylppänä kipuna. Kipu voi olla kroonista tai akuuttia. Akuuttia kipua voi olla vaikkapa palovammasta johtuva äkillinen kipu. Krooninen kipu liittyy monesti tuki- ja liikuntaelimistöön, eikä se akuutin kivun tavoin varoita äkillisestä kudosvauriosta.

Akuutti
Akuutti tarkoittaa äkillistä.

Krooninen
Krooninen tarkoittaa pitkäaikaista ja jatkuvaa.

Kipuaistimus syntyy vapaissa kipua aistivissa hermonpäätteissä, joita on kahdenlaisia. Hermosoluissa kuumuus, kylmyys ja suorat mekaaniset ärsykkeet, kuten viilto tai isku kudokseen, aiheuttavat kipua. Myös vaurioituneen kudoksen vapauttamat aineet, kuten prostaglandiinit ja histamiini, ovat aiheuttamassa kipua etenkin tulehduksen aikana. Iskemia eli hapen puute aiheuttaa kipua etenkin lihaksissa, myös sydänlihaksessa infarktin aikana. Monien elinten ja kudosten, kuten luiden, aivojen ja keuhkojen, kipua aistivat hermonpäätteet sijaitsevat elinten kalvoissa. Näin on mahdollista, että esimerkiksi syöpäkasvain ehtii kasvaa suureksikin, ennen kuin se aiheuttaa kipua ja huomataan.

Kipu on monesti yksilöllinen kokemus. Se voidaan kokea eri tilanteissa erilaisena, ja sen kokemiseen voi liittyvä myös kulttuurisidonnaisia piirteitä.

Kiputyypit

Nosiseptiivinen kipu aiheutuu kipureseptoreita aktivoivista ärsykkeistä. Se voidaan jakaa sen mukaan, mistä osasta elimistöä kipu on lähtöisin. Pintakipu on lähtöisin ihon ja limakalvon vauriokohdista. Syväkipu taas on lähtöisin tuki- ja liikuntaelimistöstä ja sisäelinkipu sisäelimistä. Sisäelinkipu on näistä voimakkainta, ja se johtuu usein kudoksen venymisestä, kuten sappikiven venyttäessä sappitiehyttä. Kipu voi johtua myös kudoksen voimakkaasta supistumisesta, kuten kohdun supistelusta synnytyksen aikana.

Neurogeeninen kipu johtuu hermoimpulsseista, jotka syntyvät kipuradoissa varsinaisten vapaiden hermopäätteiden ulkopuolella. Neurogeeninen kipu voi johtua hermon joutumisesta puristuksiin (esim. iskiaskipu) tai infektiosta hermosoluissa (esim. vyöruusu). Kolmoishermosärky kasvojen alueella johtuu kipuhermosyiden yliherkkyydestä. Myös aavesärky poistetun raajan alueella on neurogeenistä kipua. Hermoimpulssit syntyvät kipuradan jäljellä olevissa osissa, ja aivot tulkitsevat kivun tulevan poistetun raajan alueelta.

CASE | VASTAUS

Kenguruhoidon idea on, että vanhemmat pitävät lastaan iho ihoa vasten mahdollisimman paljon. Lapsi asetetaan ilman vaatteita vanhemman paljaalle rinnalle. Lapsi aistii iho kosketuksen kautta hänelle elintärkeitä asioita. Varsinkin keskosvauvat hyötyvät kenguruhoidosta runsaasti. Tärkeimpiä kenguruhoidon hyötyjä on se, että keskosvauvan hengitys paranee, ruumiinlämpö pysyy tasaisena, rauhallisen unen määrä lisääntyy, rintaruokinta mahdollistuu ja kivuliaisuus vähentyy. Tutkimusten mukaan iho kosketus vaikuttaa myönteisesti myös immuunijärjestelmään, stressireaktioihin ja jopa aivojen toimintaan. Usein vauvat myös nukahtavat rinnalle, mikä säästää vauvan elimistön energiaa ja antaa mahdollisuuden käyttää sitä kasvamiseen ja painonnousuun. Kenguruhoito on osoittautunut keskosvauvoille niin hyödylliseksi, että lähes kaikki synnytyssairaalat suosivat sitä.

TEHTÄVÄT

1. Mikä silmissä on vialla, jos
   a) ihminen vanhetessaan ei näe enää lähelle?
   b) tv:n tekstityksestä ei enää saa selvää?
   c) vanhus sairastuu glaukoomaan?
2. Olet lähdössä ystäviesi kanssa konserttiin ja otat korvatulpat mukaan. Miten perustelet tämän ihmetteleville ystävillesi?
3. Mihin tavallisten tulehduskipulääkkeiden vaikutus perustuu?

12

Lisääntyminen

- Ihmiselämä saa alkunsa vain kahdesta solusta: munasolusta ja siittiösolusta.
- Sukupuolikromosomit määrävät ihmisen sukupuolen, mutta hormoneilla on ratkaiseva merkitys eri sukupuolten sukupuolioominaisuuksien kehittymisessä alusta asti.
- Sukupuolirauhaset tuottavat sukusoluja ja sukupuolihormoneita.
- Hedelmöityksen tapahduttua alkion kehitys jatkuu äidin kohdussa.
- Lapsi syntyy noin yhdeksän kuukauden kuluttua hedelmöityksestä ja tarvitsee vielä pitkään vanhempien hoivaa.

CASE | Mitä teet?

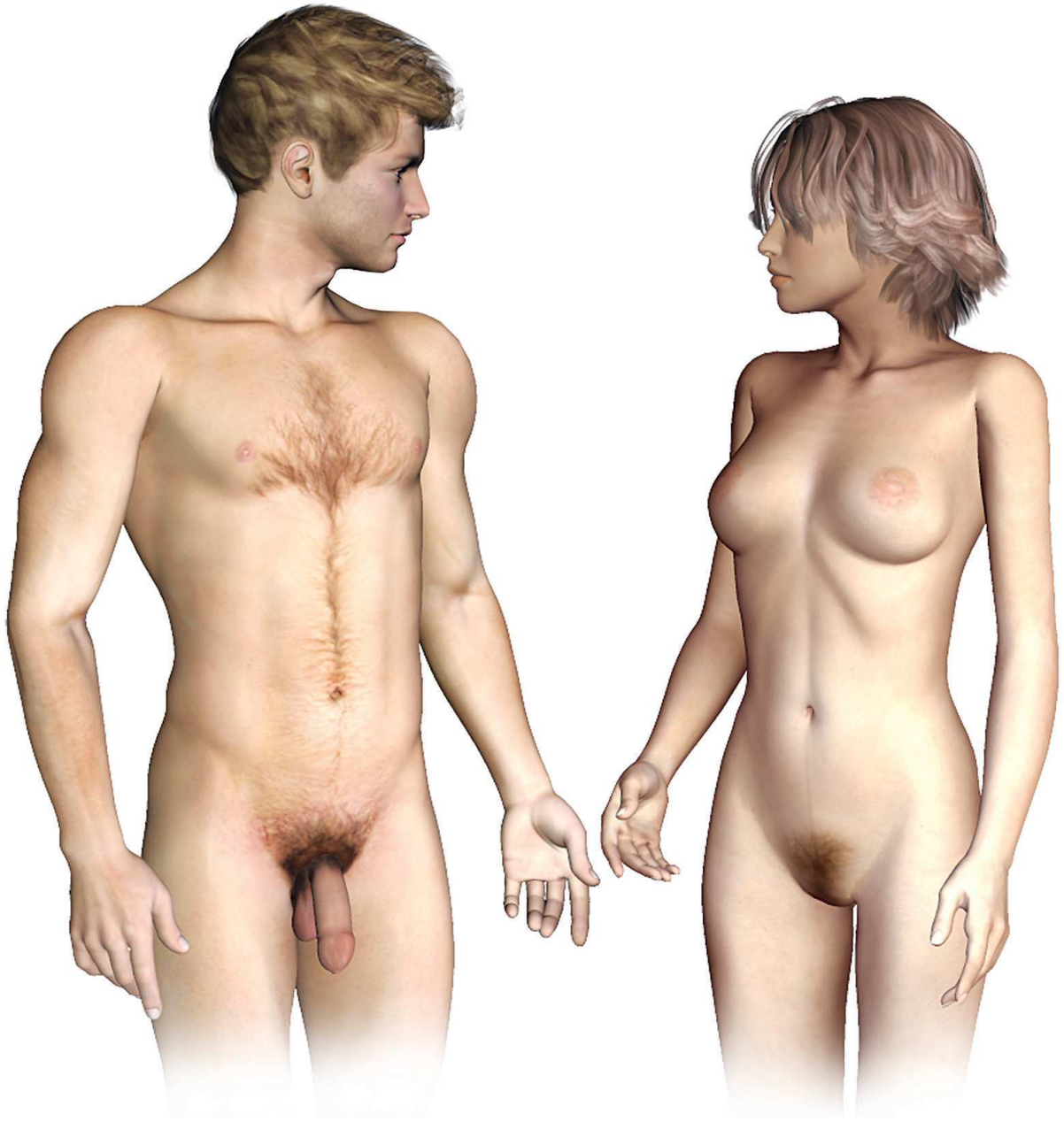
Toimit lähihoitajana ensi- ja turvakodissa. Ensikotiin on saapunut nuori äiti, joka odottaa ensimmäistä lastaan. Hän kyselee sinulta imetyksestä. Hän ei haluaisi imettää tulevaa lastaan. Mitä vastaat hänelle, ja miten perustelet imetyksen tärkeyden?

Sukupuolet ja niiden ominaispiirteet

Primaariset sukupuolioominaisuudet ovat lapsella jo syntyessään. Lapsen sukupuoli määräytyy vanhemmilta perittyjen sukupuolikromosomien perusteella. Alkioilla sukupuolielinten aiheet ovat samanlaiset. Poika-alkion testosteroni saa aikaan sen, että aihiosta kehittyvät kivekset ja siitin. Alkiolla, jolla on kaksi X-kromosomia, testosteronin puuttuminen taas saa aikaan sukupuolielinten kehittymisen tytön sukupuolielimiksi. Tytön häpykieli eli klitoris on sikiöaikana kehittynyt samoista rakenteista kuin siitin. Klitoriksessa on paisuvaiskudosta kuten siittimessäkin. Isot häpyhuulet taas vastaavat kehitykseltään kivespussia.

Sekundaariset sukupuoliominaisuudet alkavat kehittyä murrosiän hormonituotannon seurauksena. Murrosikä käynnistyy molemmilla sukupuolilla väliaivojen alkaessa erittää aivolisäkettä stimuloivaa hormonia. Tämän seurauksena aivolisäkkeen lutropiinin ja follitropiinin eritys alkaa. Näiden hormonien vaikutuksesta tytöllä munasarjat alkavat erittää estrogeenia, joka saa aikaan naisille ominaiset kehonpiirteet. Pojilla sekundaaristen sukupuoliominaisuuksien kehitystä säätelevät kivesten testosteroni ja lisämunuaisten kuorikerroksen androgeenit.

Naisen ja miehen sekundaariset sukupuoliominaisuudet



Mies: partakarvoitus, leveämmät hartiat, kehon karvoitus, aataminomena, voimakkaammat lihakset, aikuisen ulkoiset sukupuolielimet.

Nainen: rinnat, leveämpi lantio, kehon karvoitus, aikuisen ulkoiset sukupuolielimet.

Tytöstä naiseksi kasvettaessa sekundaarisia sukupuoliominaisuuksia ilmentävät karvoituksen lisääntyminen, rasvakudoksen kertyminen lantiolle ja reisiin, lantion leveneminen, rintojen kasvaminen ja nännipihan tummuminen. Näiden muutosten taustalla on kehon valmistautuminen naiseksi tulemiseen eli raskauteen, synnytykseen sekä imetykseen.

Pojasta mieheksi kasvettaessa sekundaarisia sukupuoliominaisuuksia ovat kivesten kasvaminen ja karvoituksen lisääntyminen, myös kasvoihin. Lihakset kasvavat voimakkaammiksi, ja rintakehä laajenee. Lisäksi kurkunpää laajenee, mikä ilmenee äänenmurroksena.

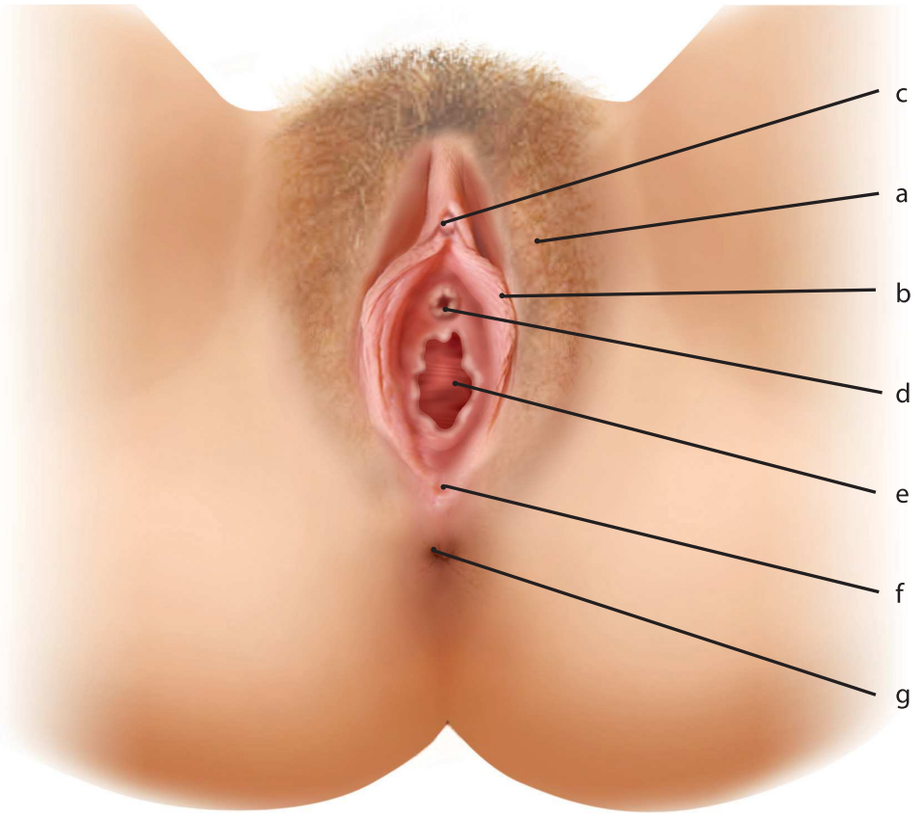
Naisen lisääntymiselimet

Naisen ulkoisia lisääntymiselimiä eli ulkosynnyttimiä ovat isot ja pienet häpyhuulet ja häpykieli. Häpyhuulten tehtävänä on ohjata virtsaa ja emättimestä valuvaa eritettä pois emättimen aukolta. Virtsaputken pää sijaitsee häpykielen ja emättimen välissä.

Häpykieli eli klitoris puolestaan sijaitsee virtsaputken aukon yläpuolella, sisempien häpyhuulten yhtymäkohdassa. Näkyvä osa häpykielestä on pienen ihopoimun suojassa, mutta se on kokonaisuutena kuitenkin huomattavasti suurempi. Klitoris levittäytyy laajalle lantioon, emättimen aukon ympärille saakka. Klitoris on samanlaista pehmeää paisuvaiskudosta kuin siittimen paisuvaiskudos. Klitoriksessa on paljon hermopäätteitä, jonka vuoksi se on kosketusherkkä.

Naisen ulkoiset lisääntymiselimet

a) isot häpyhuulet
b) pienet häpyhuulet
c) klitoris
d) virtsaputken suu
e) emättimen aukko
f) väliliha
g) ruoansulatuselimistöön kuuluva peräaukko



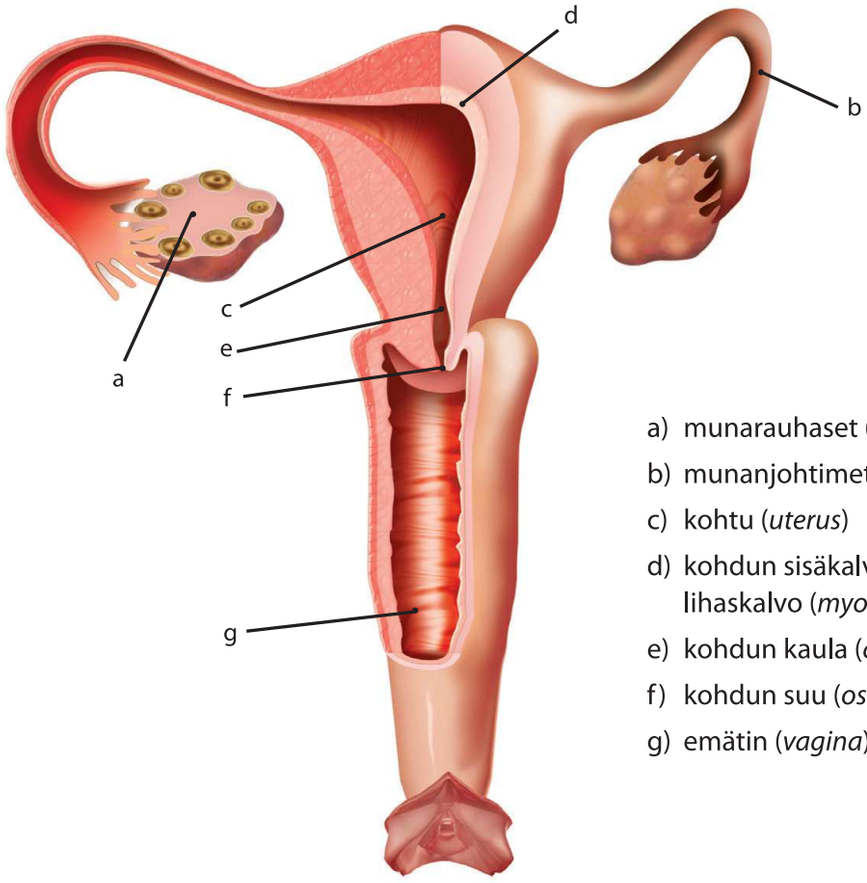
Sisäiset lisääntymiselimet

Sisäisiin lisääntymiselimiin kuuluvat emätin, kohtu ja munarauhaset. Sisäisiin elimiin voidaan laskea myös Bartholin rauhaset ja munanjohtimet. Parilliset Bartholin rauhaset erittävät limaa ja kostuttavat emättimen aukkoa.

Emätin on ontto, noin 10 cm pitkä lihasputki, joka joustaa yhdynnässä ja synnytyksessä. Emättimen pintaa verhoaa kerrostuneesta levyepiteelistä muodostunut limakalvo. Valkovuoto on emättimen limakalvojen erittämää nestettä, kohdunkaulan rauhasten erittämää limaa ja limakalvojen pinnasta irtoavia kuolleita soluja. Valkovuodon tehtävänä on puhdistaa emätintä. Samalla eritteen happamuus estää taudinaiheuttajien kasvua emättimessä.

Kohtu on päärynän muotoinen elin virtsarakon ja peräsuolen välissä. Kohdun seinämiä verhoaa limakalvo. Kohdun limakalvossa on verisuonia ja limarauhasia sisältävä sisäosa, endometrium ja ulkopuolella kohdun lihaskalvo, myometrium. Kohdun limakalvon paksuus vaihtelee kuukautiskierron vaiheen mukaan. Kuukautisten aikana kohdun limakalvo poistuu. Hedel-

Naisen sisäiset lisääntymiselimet



a) munarauhaset (*ovario*)
b) munanjohtimet (*tuba uterina*)
c) kohtu (*uterus*)
d) kohdun sisäkalvo (*endometrium*) ja lihaskalvo (*myometrium*)
e) kohdun kaula (*cervix uteri*)
f) kohdun suu (*ostium uteri*)
g) emätin (*vagina*)

möittynyt munasolu kiinnittyy raskauden alussa kohdun limakalvoon, ja sikiö kehittyy kohdun sisällä. Kohtu suojelee kehittyvää sikiötä, ja synnytyksessä kohdun sileä lihaksisto supistelee lapsen syntymiseksi.

Kohtu jaetaan kahteen osaan: laajempaan ylempänä olevaan kohdun runkoon ja alempaan sylinterimäiseen kohdunkaulaan. Kohdunkaula työntyy emättimen alueelle kohdun napukkana. Kohdun napukkaa voi tunnustella emättimen kautta. Kohdun napukassa on keskellä pieni aukeama, jota kutsutaan kohdunsuuksi. Kuukautisvuoto poistuu kohdunsuun kautta. Yhdynnässä miehen siittiöt uivat kohdunsuusta munanjohtimia kohti. Kohtu on siis emättimen lisäksi yhteydessä munanjohtimiin.

Munanjohtimet ovat molemmin puolin kohtua sijaitsevat ohuet putket, jotka yhdistävät munarauhaset kohtuun. Munanjohdin eli munatorvi on noin 10 cm pitkä putki, ja se päättyy sormimaisiin ulokkeisiin munasarjojen ylle. Munanjohdin toimii munasolun kuljettimena munarauhasten ja kohdun välillä, ja se koostuu limakalvosta ja sileästä lihaksesta. Ovulaatiossa munasolu kulkeutuu sormimaisten ulokkeiden hamuamina munanjohtimeen. Munanjohtimen seinämissä on värekarvoja, jotka työntävät munasolua kohden kohtua. Hedelmöitys tapahtuu yleensä munanjohtimessa, ja alkio kulkeutuu sieltä kohtuun.

Ovulaatio
Ovulaatio tarkoittaa kerran kuussa tapahtuvaa kypsän munasolun irtoamista munarakkulasta ja siirtymistä munanjohtimeen. Se tapahtuu kuukautiskierron puolivälissä, ja hedelmöityminen on mahdollista vain sen aikana.

Munarauhaset sijaitsevat kohdun molemmin puolin. Munarauhaset kiinnittyvät kohtuun ja lantioon siteiden välityksellä. Naisen sukusoluja ovat munasolut, jotka sijaitsevat munarauhasissa. Tyttövauvalla on syntyessään 1–2 miljoonaa munasolua, joista suurin osa surkastuu lapsuuden aikana. Murrosiän alkaessa jäljellä on noin 300 000 munasolua. Naisen hedelmällisen iän aikana kypsyy noin 500 munasolua. Munasolujen loppuminen keski-iässä aiheuttaa menopaussin eli vaihdevuodet.

Vaihdevuodet

Vaihdevuodet alkavat normaalisti 45–50 vuoden iässä. Ne alkavat, kun munasolut loppuvat. Koska naishormoneja tuottavat lähinnä munasarjojen follikkelirakkulat, myös naishormonituotanto loppuu miltei kokonaan. Vaihdevuosien seurauksena maitorauhaset ja kohtu pienenevät. Lisäksi sukupuolielinten limakalvot ohenevat ja kuivuvat. Muita oireita voivat olla niin sanotut kuumat aallot, joihin liittyy hikoilua. Kuumat aallot johtuvat siitä, että estrogeenien puute muuttaa hypotalamuksen lämmönsäätelykeskuksen oletusarvoja. Aikaisemmin sopivalta tuntunut lämpötila koetaan tällöin kuumaksi. Myös luu- ja lihasmassa alkaa vähetä vaihdevuosien aikana.

Munarauhasten hormonaalinen toiminta

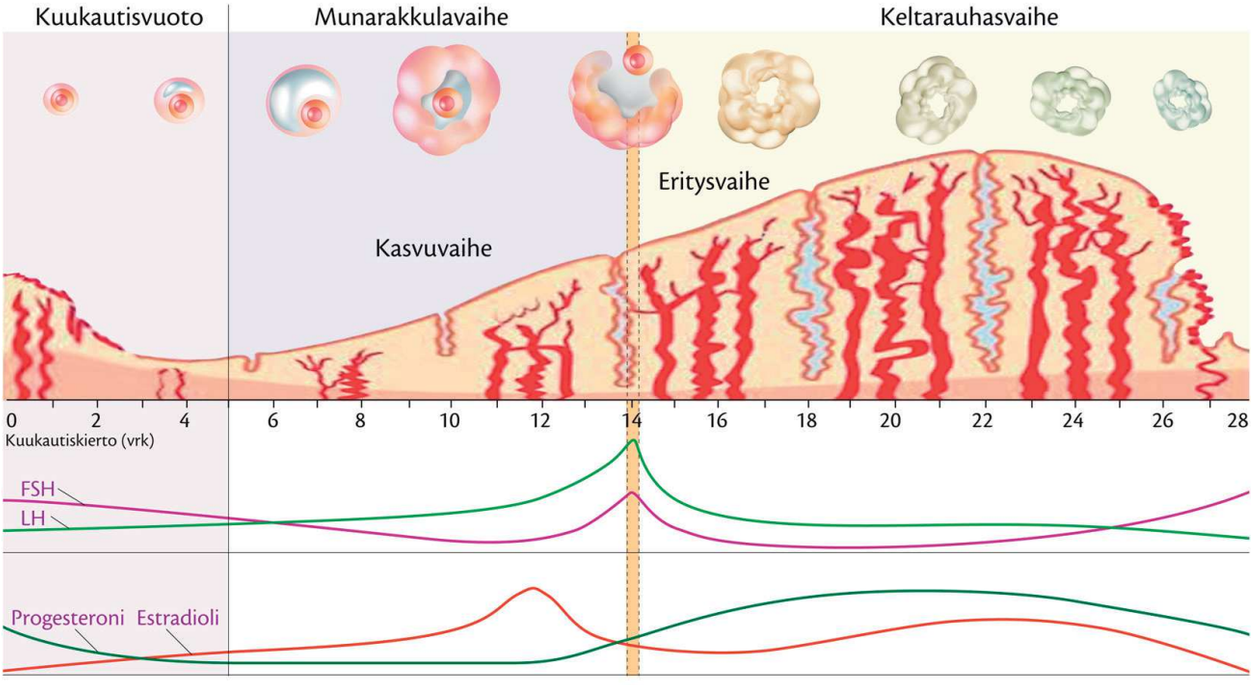
Munasolujen lisäksi munarauhaset tuottavat naishormoneja eli estrogeeneja ja keltarauhashormonia eli progesteronia. Murrosiässä käynnistyvä hypotalamuksen gonadoliberiinin tuotanto lisää aivolisäkkeen lutropiinin (LH) ja follitropiinin (FSH) eritystä. Nämä kaksi hormonia säätelevät munasarjojen toimintaa. Estrogeeniä erittyy munarauhasten ohella pienempiä määriä lisämunuaisista ja rasvakudoksesta.

Kuukautiskierto

Kohdun limakalvon paksuus vaihtelee ja poistuu munasarjojen ja aivolisäkkeen tuottamien hormonien vaikutuksen vuoksi, ja noin 28 vuorokauden välein yksi munasolu kypsyy munarauhasissa. Tätä rytmisyyttä kutsutaan kuukautiskierroksi.

Kuukautiskierron lasketaan alkavan ensimmäisenä vuotopäivänä. Vuodon mukana poistuu kohdun paksuuntunutta limakalvoa ja siinä kasvaneita verisuonia. Vuoto kestää yleensä noin 3–5 päivää. Vuodon saavat aikaan keltarauhasen surkastuminen ja siitä seurannut keltarauhashormonin pitoisuuden pieneneminen.

Kuukatiskierto



Kuukatiskierto jaetaan munarakkulavaiheseen eli follikkelivaiheseen ja keltarauhasvaiheeseen eli luteaalivaiheeseen. a) Ylhäällä näkyy yhden munarakkulan kehitys ja b) kohdun limakalvon vaihtelu. Seuraavat rivit, c) ja d), kuvaavat hormonien eritystä aivolisäkkeestä ja munasarjoista kuukautiskierron eri vaiheissa.

Kuukautisten aikaan alkaa jo valmistautuminen seuraavaan ovulaatioon: aivolisäkkeen follitropiini FHS ja lutropiini LH lisäävät munarauhasten estrogeenin tuotantoa ja käynnistävät uusien munasolujen kypsymisen munarakkuloiksi eli Graafin follikkeleiksi.

Munarakkuloissa on munasolun lisäksi jyväissoluja, jotka suojelevat kypsyvää munasolua. Lisäksi jyväissolut erittävät estrogeenia. Kierron puolivälissä estrogeenien määrä suurenee voimakkaasti. Tämän seurauksena lutropiinin ja follitropiinin eritys lisääntyvät ja kypsynyt munasolu irtoaa eli ovuloituu. Samaan aikaan myös kehon lämpötila nousee hieman.

Ovulaatiossa munasolu irtoaa munarakkulasta ja siirtyy munanjohtimeen. Ovulaatio tapahtuu eri kuukausina yleensä vuorotellen vasemmasta ja oikeasta munasarjasta. Ovuloitunut munasolu pysyy hedelmällisenä 24 tuntia.

Munarakkulasta jääneet jyväissolut muodostavat keltarauhasen. Keltarauhanen erittää estrogeenia ja keltarauhashormonia eli progesteronia, joka pitää kohdun limakalvon paksuna. Jos hedelmöitystä ei tapahdu, keltarauhanen surkastuu noin kymmenen päivän kuluttua ja kierto alkaa alusta uudelleen.

Kuukautiskierron hormonaaliset vaihtelut voivat vaikuttaa myös mielialaan. Varsinkin kierron alussa, kun estrogeenien määrä on vielä vähäinen, nainen saattaa tuntea olonsa huonovointiseksi ja kiukkuiseksi. Moni kärsii kuukautiskivuista, jotka johtuvat poistuvasta kohdun limakalvosta. Toisinaan vuoto voi olla hyvinkin runsasta ja aiheuttaa jopa anemiaa. Kierron puolivälissä, ovulaation aikoihin, seksuaalinen halukkuus saattaa puolestaan olla suurimmillaan.

PMS, kuukautiset ja suklaansyönti

PMS tarkoittaa premenstruaalioireyhtymää, jolla tarkoitetaan oireita ennen kuukautisten alkamista. Ärtyneisyys ja itkuherkkyys ovat tavallisia mielialaoireita, ja rintojen arkuus ja alavatsan turvotus tyypillisiä fyysisiä oireita. Oireet johtuvat hormonaalisista muutoksista kuukautiskierron aikana. Hormonit vaikuttavat aivojen välittäjäaineisiin ja siksi ne aiheuttavat mielialaan muutoksia. PMS:n hormonaaliset vaikutuset ilmenevät aivoissa esimerkiksi siten että serotoniin eritys vähenee. Serotoniini säätelee unirytmiä, vireyttä, seksuaalisuutta, mielialaa ja ruokahalua. Tämän takia ennen kuukautisia voi vaivata väsymys, unettomuus, alakuloisuus ja masennuskin. Lisäksi tekee mieli syödä enemmän.

Serotoniinia muodostuu tryptofaani aminohaposta, jota saa esimerkiksi juuston, kananmunan ja lihan proteiineista, mutta myös suklaassa on runsaasti tryptofaania. Sokeri puolestaan edesauttaa tryptofaanin kulkeutumista perille soluihin, jolloin elimistö pystyy hyödyntämään sen. Joten jos mielesi tekee ennen kuukautisia syödä suklaata, muista että se on kehosi tapa reagoida hormonaalisiin muutoksiin, ja nauti suklaasi hyvällä omallatunnolla!

Miehen lisääntymiselimet

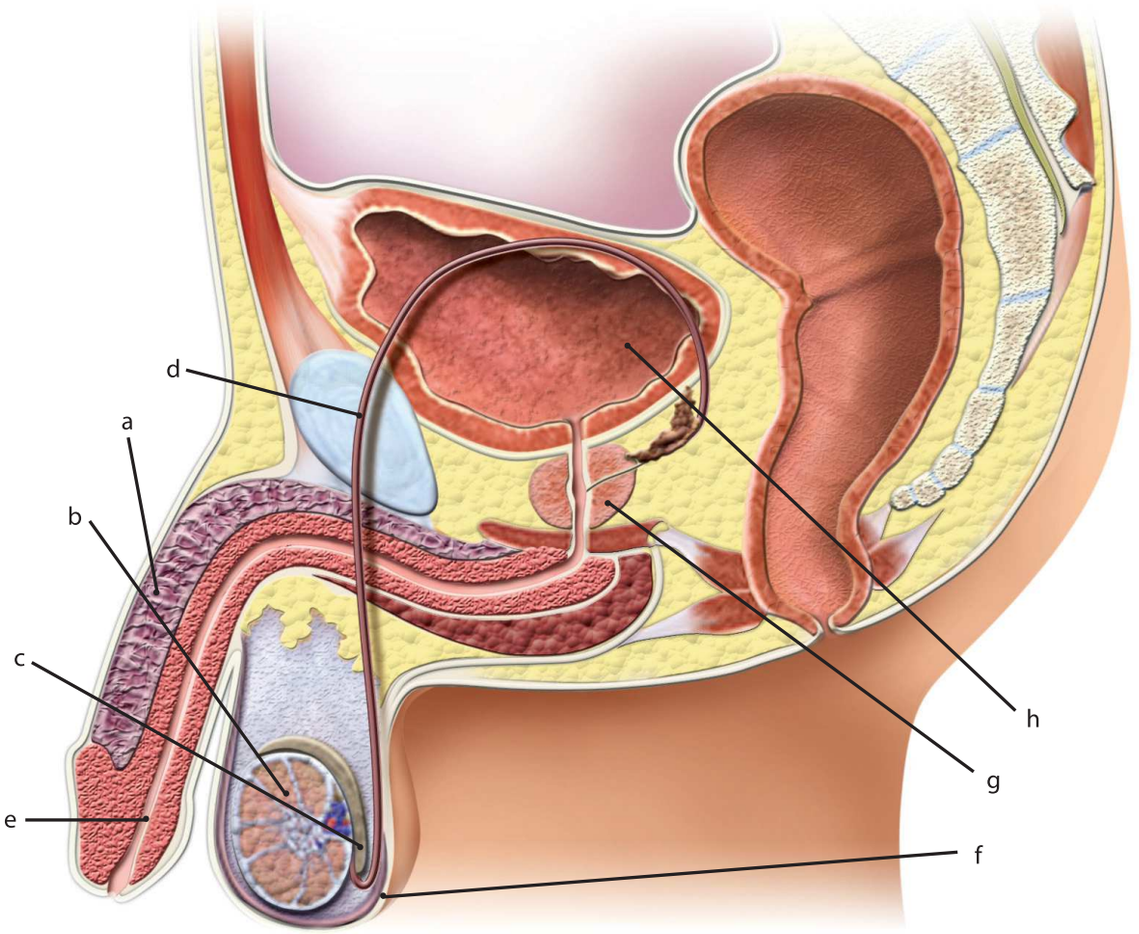
12

Miehen ulkoisia sukupuolielimiä ovat siitin sekä kivespussi. Kivespussin sisällä ovat kivekset (*testis*) sekä lisäkivekset, jotka kuuluvat sisäisiin sukupuolielimiin.

Kivesten tehtävänä on muodostaa sukusoluja eli siittiöitä. Kivekset muodostavat myös mieshormonia eli testosteronia, joka saa aikaan miehen sukupuoliominaisuudet. Yksi kives painaa noin 15 grammaa, ja sitä ympäröi sidekudoskalvo. Kivesten yläpuolella sijaitsevat lisäkivekset. Siittiöt syntyvät kivesten siementiehyissä, ja niiden kypsyminen kiveksissä kestää noin kaksi ja puoli kuukautta. Kiveksissä syntyneet siittiöt varastoidaan lisäkiveksiin. Lisäkiveksistä lähtee parillinen, noin puoli metriä pitkä siemenjohdin, joka kulkee nivuskanavan kautta ja eturauhasen läpi yhtyen virtsaputkeen. Sitä kautta siittiöt kulkevat kehosta ulos siemensyöksyssä. Siittiöt tulevat täysin hedelmöittämiskykyisiksi vasta parin tunnin päästä siemensyöksystä.

Miehen lisääntymiselimet

a) siitin (*penis*)
b) kivekset (*testis*)
c) lisäkivekset (*epididymis*)
d) siemenjohdin (*ductus deferens*)
e) virtsaputki (*urethra*)
f) kivespussi (*scrotum*)
g) eturauhanen (*prostata*) ja virtsaneritys-elimiin kuuluva
h) virtsarakko (*vesica urinaria*)



Kivekset sijaitsevat erillään kehosta siksi, että hieman alempi lämpötila on eduksi siittiöiden kypsymiselle. Kivespussin etäisyyttä kehosta säätelee kiveksenkohottajalihas. Kun on lämmin, lihas on veltostunut ja kivekset ovat ulompana kuin kylmässä. Kylmässä kiveksenkohottajalihas supistuu ja nostaa kiveksiä lähemmäs kehoa. Siittiöiden kypsymisen kannalta onkin parasta, ettei mies käytä erittäin tiukkoja housuja, joissa kivekset eivät pääse ulommas kehosta ja niiden lämpötila nousee.

Siitin koostuu kolmesta paisuvaiskudoksesta. Paisuvaiskudos taas koostuu valtimoista ja laskimoista, joiden välissä on onteloita. Seksuaalisen kiihottumisen aikana paisuvaiskudoksen ontelot täyttyvät verellä ja siitin jäykistyy. Siittimen pintaa peittää ohut iho, josta muodostuu kärkeen esinahka. Esinahka puolestaan peittää siittimen päässä olevaa terskaa. Terska on tuntoherkkä, ja sitä peittää limakalvo. Keskellä terskaa on virtsaputken aukko, josta virtsa ja siemenneste tulevat ulos.

Siemennesteen eli sperman muita osia tuottavat lisäsukupuolirauhaset. Niitä ovat siemenjohdinten avartuma, rakkularauhanen, eturauhanen ja bulbouretraalirauhanen. Kaikki nämä erittävät siemennesteeseen, joka sisältää muun muassa fruktoosia, limaa ja hapanta fosfataasientsyymiä, joskin siemenneste on hieman emäksistä. Fruktoosia siitiösolut käyttävät ravintonaan pitkällä matkallaan. Normaalisti siemennestettä tulee siemensyöksyssä 2–5 ml, ja se sisältää suomalaisella miehellä noin 20–100 miljoonaa siittiötä. Siittiöiden huono liikkuvuus tai niiden vähyys ovat miehestä johtuvan lapsettomuuden syitä.

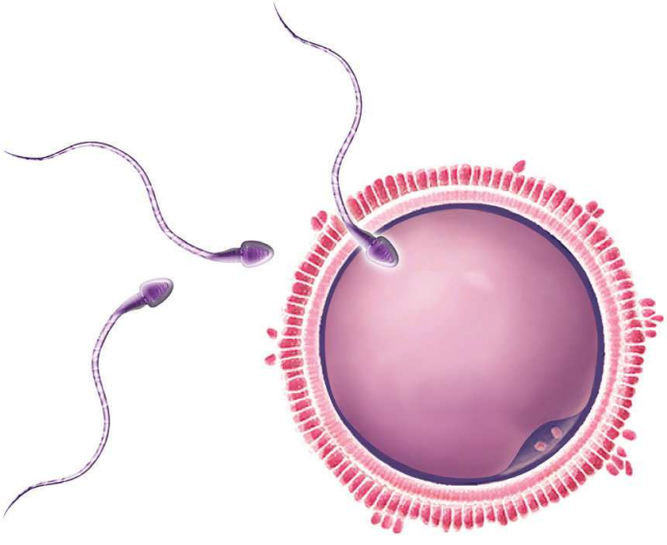
Hedelmöityminen

Uuden yksilön kehittymiseen ja syntymiseen saadaan aines äidin munasolusta ja isän siittiöstä.

Jotta raskaus alkaisi, siittiön ja munasolun on kohdattava. Kohtaaminen tapahtuu naisen munanjohtimessa. Sitä ennen yhdynnässä on ejakuloitunut siemennestettä vaginaan ja siittiöt ovat uineet kohden munanjohtimia. Naisella on puolestaan tapahtunut ovulaatio juuri ennen yhdyntää tai pian yhdynnän jälkeen, jolloin siittiöt ovat odotelleet munasolua munanjohtimessa. Siittiöt voivat säilyä hedelmöittymiskykyisinä kaksi vuorokautta naisen sisällä. Munasolu puolestaan säilyy hengissä ovulaation jälkeen vain noin 24 tuntia.

Kun munasolu ja siittiö kohtaavat; tapahtuu varsinainen hedelmöityminen. Munasolu tunnistaa siittiön ja imaisee sen pään sisäänsä, minkä jälkeen siittiön häntä irtoaa ja pää paisuu.

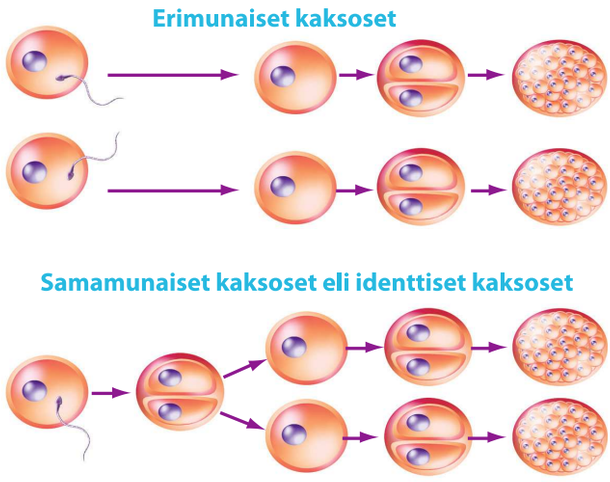
Hedelmöitys



Hedelmöitys

Siittiösolun perimä siirtyy munasolun sulimaan. Hedelmöitynyttä munasolua kutsutaan tsygootiksi. Munasolu ja siittiö sisältävät perimäainesta eli DNA:ta, jota on kromosomeissa. Kromosomeja on kaikissa ihmisen soluissa 46 kappaletta, 23 paria. Munasolu ja siittiö kumpikin sisältävät vain 23 kromosomia, ja hedelmöitymisen jälkeen kromosomeja on taas oikea määrä eli 46. On siis erittäin tärkeää, että vain yksi siittiö hedelmöittää munasolun. Hedelmöityksen jälkeen munasolussa tapahtuu kemiallinen reaktio, joka sulkee munasolun pinnan muilta siittiöiltä. Jos useampi siittiö hedelmöittäisi munasolun, ei kehittyisi uutta elinkelpoista yksilöä.

Kaksosraskauden synty



Kaksosraskaus voi saada alkunsa siten, että naisella ovuloituu kaksi munasolua yhtä aikaa ja molemmat niistä hedelmöittyvät eri siittiöistä. Tällöin puhutaan erimunaisista kaksosista. Kaksosraskaus voi myös saada alkunsa siten, että hedelmöittynyt munasolu jakaantuu kahtia, jolloin kummastakin puoliskosta kehittyy uusi yksilö. Tällöin syntyvät identtiset kaksoset, joiden perimäaines on täysin samanlainen.

Uuden elämän alku

Vanhemmilta periytyvien geenien perimätieto määrittelee esimerkiksi silmien, hiusten tai ihon värin, mutta ne vaikuttavat myös luonteenpiirteisiin, kuten siihen, tuleeko yksilöstä vaikkapa musikaalinen tai matemaattinen. Toki perimätiedon lisäksi ihmisen ulkonäköön ja luonteeseen vaikuttavat myös kasvuolosuhteet.

Heti hedelmöityksen jälkeen jakautuvan tsygootin kaikki solut ovat samanlaisia, niin sanottuja alkion kantasoluja. Nämä solut voivat kehittyä miksi tahansa elimistön soluiksi: ne ovat totipotentteja eli kaikkeen mahdollisia soluja. Saatuaan kemiallisen viestin solut jatkavat kehitystään esimerkiksi ulko-osien soluiksi, väliosien soluiksi tai sisäosien soluiksi.

Kantasoluihin perustuvalla hoidolla voidaan tulevaisuudessa ja jo nyt hoitaa sairauksia, joihin aiemmin ei ole ollut parannuskeinoa. Esimerkiksi hermostoa rappeuttavaa sairautta, Alzheimerin tautia ja Parkinsonin tautia, sairastavia on jo nyt hoidettu hermokantasoluilla. Ehkäpä tulevaisuudessa voidaan kasvattaa uusia elimiä, kuten munuaisia, kantasoluista. Jo nyt kantasoluhoidon perustuvaa hoitoa käytetään esimerkiksi palovammojen tai leukemian hoidossa.

Tsygootti
Tsygootti on hedelmöitynyt munasolu, jossa on 23 kromosomia isältä ja 23 kromosomia äidiltä. Tsygootti jakautuu heti hedelmöityksen jälkeen, ja sitä aletaan kutsua alkioksi.

Raskaus ja synnytys

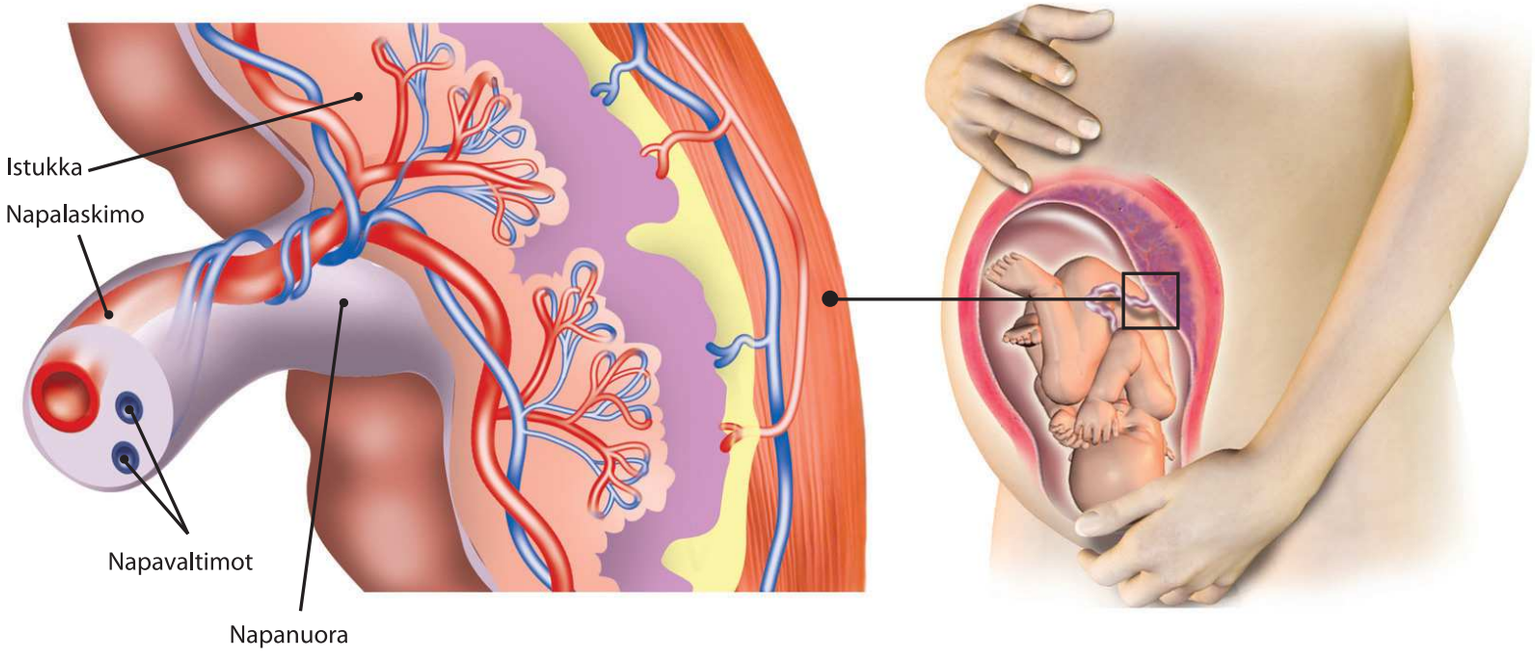
Tsygootin syntymisen jälkeen munasolu alkaa jakaantua. Jakaantuva tsygootti kulkeutuu munanjohtimesta kohtuun, ja siitä kehittyy alkiorakkula eli blastokysta. Alkiorakkula kiinnittyy eli implantoituu kohdun seinämään, johon kehittyy istukka.

Sikiöneste
Sikiötä suojaavaa sikiönestettä eli amnionestettä on raskauden lopussa noin litran verran. Sikiöneste vaihtuu jatkuvasti sikiökalvojen läpi. Sikiö virtsaa nesteeseen ja myös nielee sitä.

Istukka

Istukka on kahden yksilön yhteinen kiekkomainen elin, jonka tarkoituksena on huolehtia kasvavan sikiön hapen ja ravinteiden saannista sekä kuona-aineiden poistamisesta. Napanuora kulkee sikiöstä istukkaan, ja sen sisällä ovat aineiden vaihdosta vastaavat verisuonet, kaksi napavaltimoa ja yksi napalaskimo. Sikiö kasvaa istukan varassa sikiökalvojen ympäröimässä pussissa, jonka sisällä on sikiönestettä eli amnionestettä. Neste suojelee sikiötä töytäisyiltä ja mahdollistaa sikiön liikkumisen kohdussa.

Istukka



Istukka on kaasujen, ravinteiden ja jätteiden kuljettaja, se on myös tärkeä hormoneja ja proteiineja tuottava elin. Istukassa syntyy esimerkiksi koriongonadotropiini- eli hCG-hormonia, joka ylläpitää keltarauhasen progesteronieritystä. Keltarauhashormoni ylläpitää raskautta ja estää keskenmenoa varsinkin raskauden alkuvaiheessa. Raskauden edetessä istukan erittämien hormonien määrä lisääntyy. Estrogeeni kasvattaa kohtua ja maitorauhasia, ja yhdessä relaksiinihormonin kanssa se löyhentää varsinkin lantion alueen nivelsiteitä.

Raskauden jaksot

Raskaus jaetaan kolmeen trimesteriin eli raskauskolmannekseen. Täysiaikainen raskaus on 38–42 viikkoa pitkä. Raskausviikot lasketaan alkaviksi viimeisen kuukautiskierron alusta.

Ensimmäisen trimesterin aikana eli raskausviikoilla 1–12 alkion kasvu on nopeaa ja sen aikana muodostuvat tärkeimmät elimet, kuten hermosto ja sydän. Alkiolle kehittyvät myös raajojen silmut ja pää ja kasvojen piirteet muodostuvat. Myös ulkoiset sukuelimet ovat kehittyneet, mutta sukupuoli ei ole vielä erotettavissa. Alkiolla on havaittavissa myös varhaisia liikkeitä. Munuaisten alkaessa toimia alkiolta alkaa erittyä myös virtsaa. Lisäksi verenkierto alkaa toimia kunnollisesti ja imemis- ja nielemisrefleksit kehittyvät.

Toisella kolmanneksella eli raskausviikoilla 12–28 ei enää puhuta alkiosta vaan sikiöstä. Tällöin useimmat sikiön elimet ovat kypsyneet jo toimintakykyisiksi ja äiti voi jo tuntea sikiön liikkeet. Sikiölle kehittyy myös uni- ja valverytmi, ja se alkaa reagoida kohdun ulkopuolelta kuuluviin ääniin. Jos sikiö syntyisi raskausviikolla 24–28, se voisi jo jäädä henkiin.

Viimeinen raskauskolmannes eli raskausviikot 28–40 ovat sikiön kasvamisen ja kohdun ulkopuoliseen elämään kypsymisen aikaa. Loppuraskaudessa sikiö siis kerää rasvaa kehoonsa. Tällöin myös niin sanottu utukarvoitus eli lanugo häviää kokonaan vartalolta, hiukset pitenevät ja kynnet yltävät sormenpäihin saakka.

Synnytys

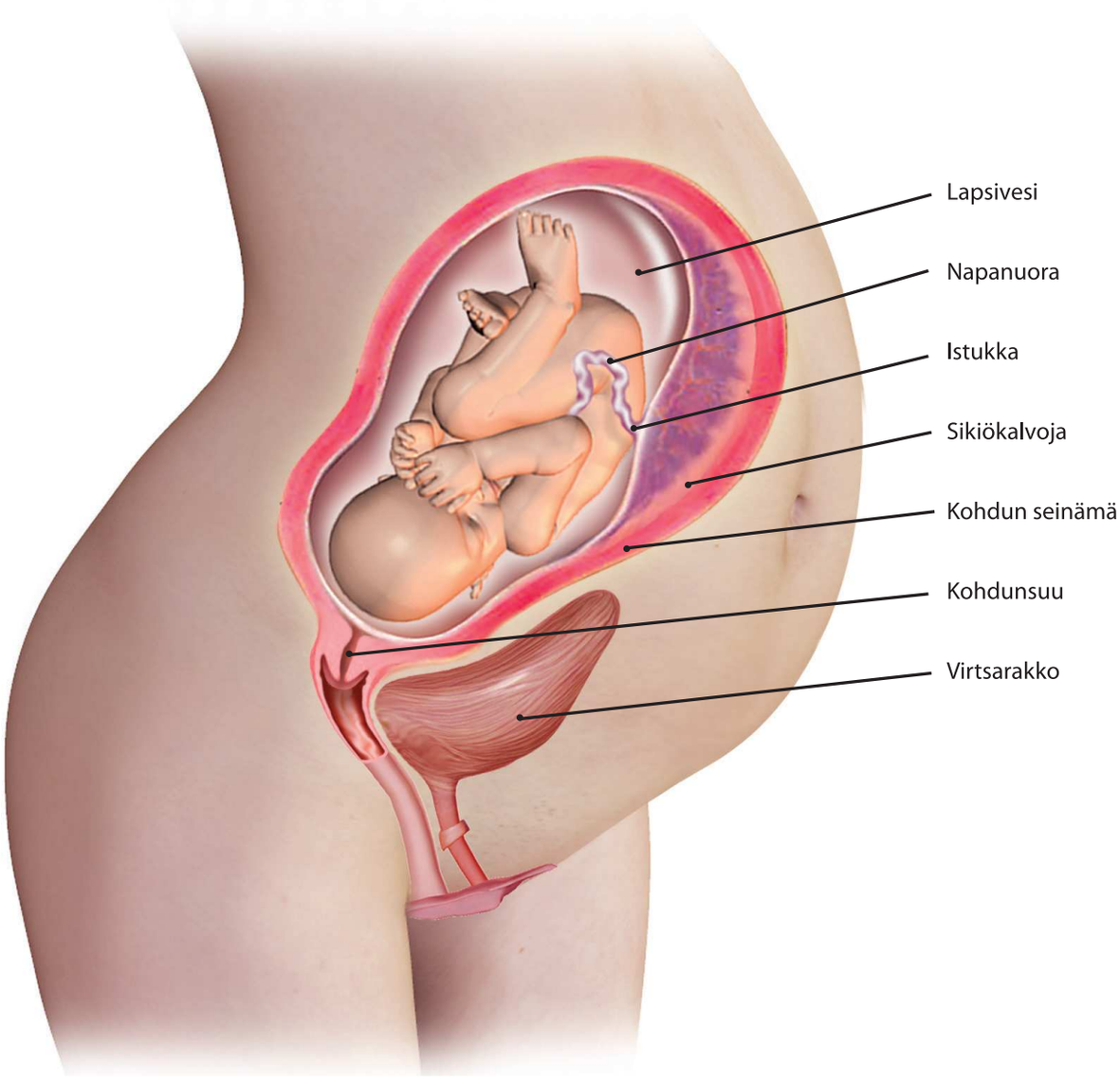
Kun raskautta on kestänyt 38–42 viikkoa, laskettu aika on saavutettu ja lapsi syntyy.

Synnytys jaetaan kolmeen vaiheeseen: avautumisvaiheeseen, ponnistusvaiheeseen ja jälkeisvaiheeseen. Synnytyksen avautumisvaiheen katsotaan alkavan, kun kohtu supistelee säännöllisesti vähintään kymmenen minuutin välein ja kohdunsuu alkaa avautua. Ensisynnyttäjillä avautumisvaihe kestää noin 10–14 tuntia ja uudelleensynnyttäjillä 6–10 tuntia. Avautumisvaihe on synnytyksen pisin vaihe. Ensimmäinen vaihe päättyy, kun kohdunsuu on 10 cm eli täysin auki ja sikiön tarjoutuva osa on lantion pohjalla. Sikiö työntyy synnytyskanavassa alaspäin supistusten avulla.

Ponnistusvaiheen aikana äiti työntää aktiivisesti supistuksen aikana sikiön ulos synnytyskanavan läpi. Ponnistusvaiheen kestoon vaikuttavat sikiön koko ja se, onko äiti ensi- vai uudelleensynnyttäjä. Ensisynnyttäjällä vaihe kestää keskimäärin 30 minuuttia ja uudelleensynnyttäjällä 15–30 minuuttia.

Lapsen synnyttyä on vielä jälkeisvaihe, jossa kohtu supistuu nopeasti ja istukka irtoaa supistuksen myötä. Joskus istukka ei irtoa itsestään ja se joudutaan poistamaan anestesiassa. Äiti menettää jälkeisvaiheessa normaalisti noin 500 ml verta.

Sikiö kohdussa



Viimeisellä raskauskolmanneksella, viikkoon 39 mennessä, ovat useimmat sikiöt kääntyneet kohdussa asentoon, jossa niiden pää on alaspäin. Äidin lantio painaa lapsen päätä sen rintakehää vasten, ja asentoa kutsutaan raivotarjonnaksi. Se on tavallisin syntymäasento. Sikiön pääkallon aukileet helpottavat lapsen pään mukautumista synnytyskanavaan. Tästä syystä vauvan pää voikin näyttää heti syntymän jälkeen hieman oudolta, mutta sen muoto palautuu pian normaaliksi.

Imetys

Vastasyntyneen lapsen luonnollinen ravinto on maito, jota erittyy äidin maitorauhasista. Naisen rinnat eli maitorauhaset sisältävät maitoa erittäviä rakkuloita. Maitorakkuloista alkavat maitotiehyet puolestaan avautuvat nänniin, joista lapsi imee maitoa. Nännipihan alueella ja nännissä on hermopäätteitä. Kun vauva imee rintaa, se stimuloi nännin hermopäätteitä ja aikaan oksitosiinihormonin erittymisen äidin aivolisäkkeestä. Oksitosiini saa aikaan maidon herumisen, kun taas prolaktiinin erittyminen aikaansaa maidon erittymisen. Prolaktiinia erittyminen alkaa jo raskauden alkuvaiheessa aivolisäkkeen etulohkosta, ja sen eritys kiihtyy synnytyksen aikoihin.

Rinnan rakenne

CASE | VASTAUS

Kerrot äidille, että rintamaito on parasta ravintoa pienelle vauvalle. Se sisältää vauvan tarvitsemat ravintoaineet oikeassa suhteessa ja hyvin sulavassa muodossa. Imetys myös suojaa hengitys- ja välikorvatulehduksilta sekä suolistosairauksilta. Lisäksi rintamaito kulkee aina mukana ja se on juuri oikean lämpöistä, eikä imetyksen jälkeen tarvitse puhdistaa ja steriloida pulloja. Täysimetystä suositellaan puolen vuoden ikään saakka, ja imetystä tulisi jatkaa, kunnes vauva on vuoden ikäinen. Imetyksellä on todettu olevan pitkäaikaisia, jopa aikuisikään ulottuvia terveysvaikutuksia. Lupaa olla äidin tukena ja turvana, jotta imetys saataisiin onnistumaan.

TEHTÄVÄT

1. Miten uusi ihmisyksilö saa alkunsa. Selitä tapahtumat hedelmöityksestä sikiönkehitykseen.
2. Mitä neuvoja antaisit nuorelle parille, jotka ovat jättäneet raskauden ehkäisyn pois kaksi kuukautta aiemmin ja ovat huolissaan hedelmällisyydestään.
3. Miksi nainen saattaa tuntea olonsa kurjaksi ennen kuukautisia?

13

Kehon tasapaino

- Kaikki elämä perustuu biokemiallisiin reaktioihin. Ne vaativat tasaisen, suhteellisen muuttumattoman ympäristön.
- Homeostaasiksi kutsutaan elimistön tasapainotilaa, jossa kaikki tekijät ovat suotuisia kehon kemiallisille reaktioille.
- Ihmisen kehon optimilämpötila on 37 °C. Tässä lämpötilassa elimistön entsyymit toimivat tehokkaimmin.
- Ihminen on suurimmaksi osaksi vettä. Myös kaikki kehon kemialliset reaktiot tapahtuvat vedessä. Ihmisen kehossa vesi jakautuu kahteen nesteaihioon: solunsisäiseen ja solunulkoiseen nesteeseen.
- Vesitasapainoon liittyy kiinteästi suolatasapaino. Veteen liuenneet suolaionit pitävät nesteen omissa aihioissaan, jolloin vesi ei pääse karkaamaan kehosta.
- Veren vapaiden vetyionien määrä ilmoitetaan pH-arvona. Veren pH on 7,4, ja elimistön entsyymit ovat herkkiä vähäisillekin pH:n muutoksille.

CASE | Mitä teet?

Toimit lähihoitajana sisätautiyksikössä. Potilaanasi on 38-vuotias Leena, joka sairastaa keuhkokuumetta. Leenalla on tällä hetkellä kuumetta 39,1 °C. Sinun tehtävänäsi olisi määrittää Leenan riittävä nesteytys vuorokauden ajan. Mitä asioita sinun pitää siinä huomioida?

Kehon lämpötila

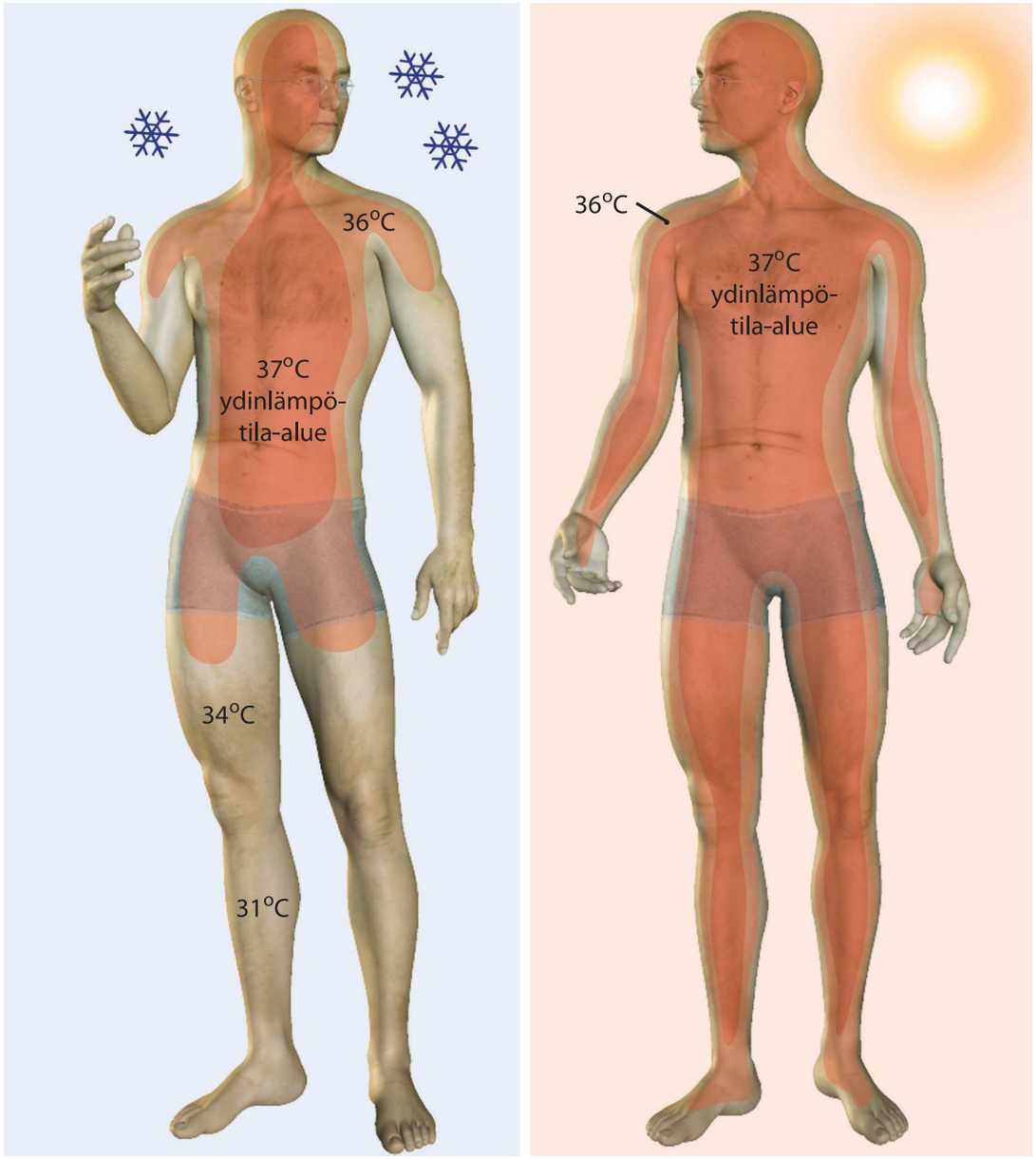
Ihminen on tasalämpöinen, mikä tarkoittaa sitä, ettei kehon lämpötila vaihtele ympäristön lämpötilan mukaan vaan pysyy miltei samana koko ajan. Ihmisen alkukoti on Afrikan savanneilla, missä lämmin ilmasto takasi keholle sopivat olosuhteet. Levittäydyttyään kylmemmille seuduille ihminen on vähitellen keksinyt keinoja pienentääkseen kehon lämmönhukkaa.

Aineenvaihdunta tuottaa lämpöä. Liikunta lisää lämmöntuottoa jopa 20 kertaa voimakkaammaksi kuin levossa. Elimistön aineenvaihdunta perustuu entsyymien toi-

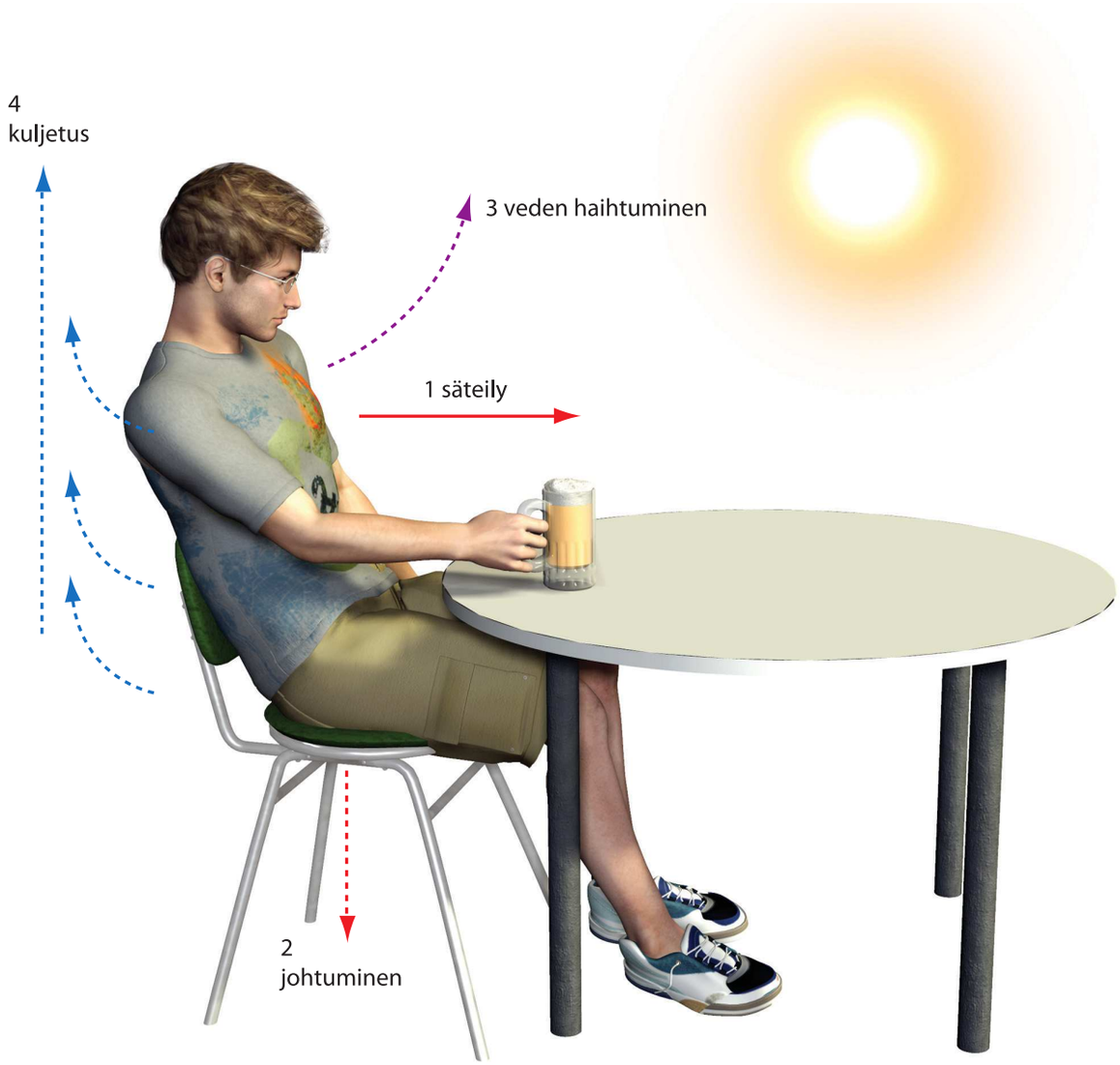
mintaan. Entsyymit toimivat tehokkaammin lämpötilan noustessa, mutta liian kuumassa ne tuhoutuvat. Optimilämpötila elimistön entsyymien toiminnalle on 37 °C. Ydinlämpötila pysyy kylmässä yllä vain pienellä alueella: keskushermoston ja sisäelinten ympärillä. Raajojen lämpötila voi olla huomattavasti matalampi.

Kehon lämpötilaa säätelee sisäinen termostaatti, aivojen hypotalamuksessa sijaitseva lämmönsäätelykeskus. Ihon ja elimistön sisäosien lämpöreseptorisolut rekisteröivät ympäröivän kudoksen lämpötilaa ja välittävät tiedot hypotalamukseen. Lämmöntuotanto hidastuu tai tehostuu sen mukaan, onko lämpötila oletusarvoja korkeampi vai matalampi. Lämmönsäätely perustuu negatiiviseen palautejärjestelmään.

Ruumiinlämpö eri tilanteissa

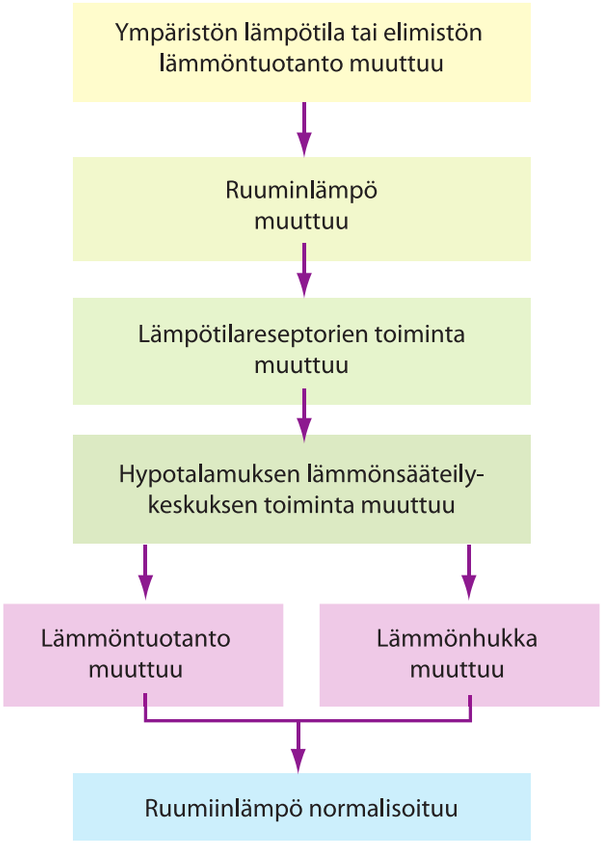


Ihon rasvakerros toimii hyvänä lämmöneristeenä. Kylmässä myös ihon verenkierto vähenee pikkuvaltimoiden supistuessa. Kuumassa ihon pikkuvaltimot laajenevat, ja jo huoneenlämmössä ihon verenkierto tehostuu huomattavasti. Koska lämpöhukka lisääntyy, kun ihon lämpötila on ympäristön lämpötilaa suurempi, ihon lämpötilan nousu laskee kehon lämpötilaa.



1) Lämpöä poistuu iholta **lämpösäteilynä**, 2) **johtumalla** 3) esineisiin tai ilmaan ja 4) **kuljetuksen** mukana. Iho lämmittää lähellä olevaa ilmaa. Lämmin ilma kohoaa, ja tilalle tulee viileämpää ilmaa, johon lämpö taas siirtyy. Tätä sanotaan lämmön kuljetukseksi eli konvektioksi. Veden haihtuminen sitoo paljon lämpöenergiaa, ja kun ympäristön lämpötila ylittää 34 °C, liian lämmön poistaminen vettä poistamalla on välttämätöntä. Kuumassa ympäristössä ihminen hikoilee. Vasta hien haihtuminen iholta poistaa lämpöä elimistöstä.

Ruumiinlämmön säätely



Kylmässä ympäristössä lihasten lämmöntuotanto lisääntyy. Samalla ihmisen tekee mieli liikkua ja hänelle tulee tahattomia lihasväristyksiä. Vastasyntyneillä ja kylmässä paljon oleskelevilla ihmisillä on niin sanottua ruskeaa rasvakudosta, jonka solujen mitokondriot tuottavat tehokkaasti lämpöenergiaa.

Hypotermia eli alilämpö

Kun lämmönhukka ylittää lämmöntuotannon, ydinlämpötila laskee ja tajuissaan olevan ihmisen ruumiinlämmön laskiessa alle 34 °C:n tajunnantilassa alkaa esiintyä häiriöitä ja voimakkaita lihasvärinöitä. Alle 30 °C:n hypotermia voi aiheuttaa tajuttomuuden, ja alle 25 °C:ssa sydän ja hengitys pysähtyvät.

Kuume

Kuumeessa ruumiinlämpö kohoaa normaalia korkeammaksi, koska hypotalamuksen termostaatti on säätynyt korkeampaan lämpötilaan. Tällöin ihminen alkaa huoneenlämmössä palella ja lämmönsäätelymekanismit nostavat kehon lämpötilaa. Kun lämpötila palautuu kuumeen jälkeen normaaliksi, lämmönsäätelykeskus huomaa, että lämpötila on liian korkea, ja elimistö poistaa liian lämmön hikoilemalla. Kuumetta esiintyy bakteeri- ja virustartuntojen yhteydessä. Monilla taudinaiheuttajien erittämillä aineilla on pyrogeeninen eli kuumetta nostava vaikutus.

Nestetasapaino

Ihmisen kehossa on vettä 40–70 % ruumiinpainosta. Naisilla rasvakudosta on enemmän kuin miehillä, minkä vuoksi heidän kehossaan on myös vähemmän vettä. Vastasyntyneen kehossa vettä on 70–80 % ruumiinpainosta. Vesi on elimistössä kahdessa nesteaitiossa: solujen sisällä ja solujen ulkopuolella.

Solun sisäpuolella oleva neste poikkeaa koostumukseltaan huomattavasti solun ulkopuolella olevasta nesteestä. Solun sisäpuolisessa nesteessä on paljon valkuaisaineita, ja sen yleisin ioni on kalium. Solun ulkopuolella olevassa nesteessä yleisimmät ionit taas ovat natrium- (Na^+) ja kloridi-ionit (Cl^-). Veressä on enemmän proteiineja kuin kudosnesteessä. Aineita kulkeutuu passiivisesti ja aktiivisesti koko ajan näiden eri nestetilojen välillä. Elimistön toiminnan kannalta on tärkeää, että solunulkoisen nesteen koostumus on lähes vakio. Elimistö pyrkiikin pitämään plasman koostumuksen vakiona, ja siten myös muun solunulkoisen nesteen koostumus säilyy samanlaisena.

Vesi siirtyy osmoosin avulla sinne, missä vesimolekyylejä on vähemmän. Solun tilavuus riippuu solunulkoisen nesteen osmolariteetista ja liuenneiden ionien ja molekyylien määrästä solunsisäisessä nesteessä.

Solun ulkopuolisen nesteen osmolariteetista 90 % johtuu natriumioneista. Jos solun ulkopuolisessa nesteessä on liikaa natriumioneita, vettä siirtyy solun sisältä solun ulkopuolelle osmoosin lakien mukaisesti ja solut kuivuvat. Elimistössä on kuitenkin kaksi säätelymekanismia, jotka yleensä estävät tämän: ADH-järjestelmä ja janomekanismi.

Noin 70 kg:n painoisen miehen elimistössä on noin 40 kg vettä. Tästä noin kaksi kolmasosaa on **solunsisäistä vettä**. **Solunulkoista vettä** elimistössä on solujen väleissä (kudosneste ja imuneste), veriplasmana (n. 3 litraa) ja niin sanottuna transsellulaarinesteenä erityisissä paikoissa, kuten aivo-selkäydinnesteenä, elimiä ympäröivien kalvojen välissä ja nivelissä.

Osmolariteetti ja osmolaliteetti

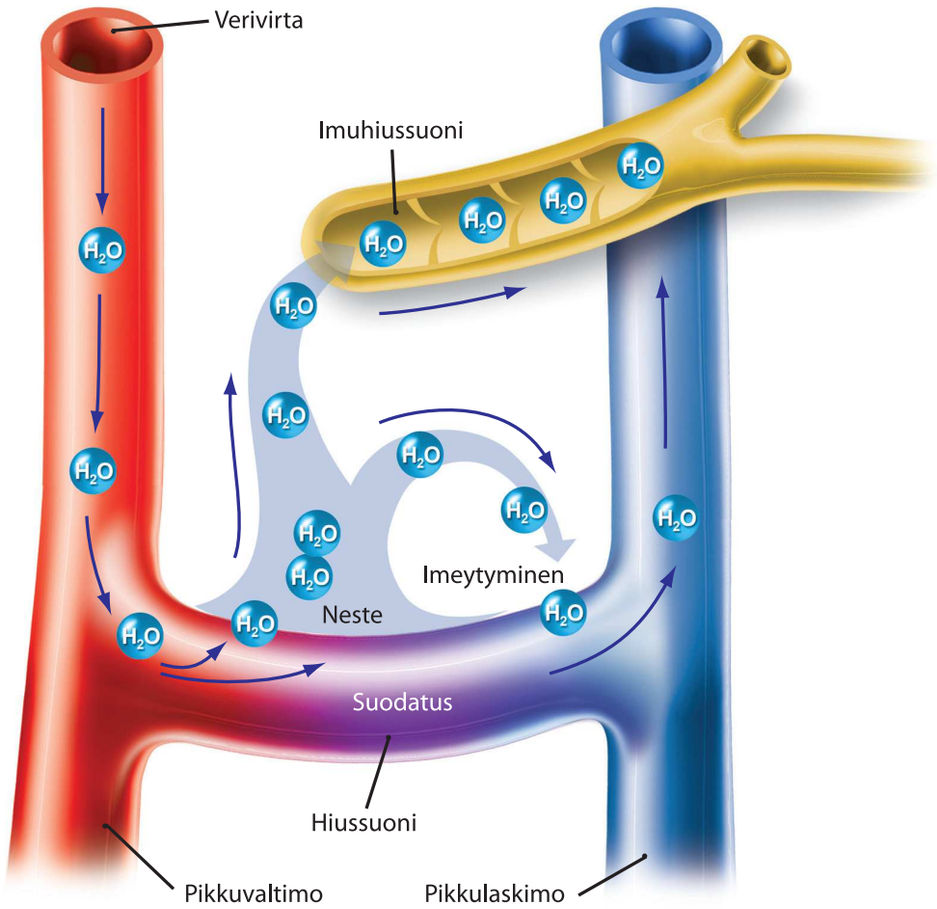
Osmolariteetti kertoo kalvon eripuolilla olevien nesteiden isojen partikkelien kokonaispitoisuuden litrassa ja osmolaliteetti kilogrammassa. Liuoksia, joiden pitoisuudet ovat samat, kutsutaan iso-osmoottisiksi. Jos toisella liuoksella on suurempi osmolariteetti, se on hyperosmoottinen toiseen liuokseen nähden. Jos liuoksen osmolariteetti taas on pienempi, sitä kutsutaan hypo-osmoottiseksi liuokseksi. Fysiologinen suolaliuos on iso-osmoottista.

Kun veren Na^+-pitoisuus kasvaa, aivolisäkkeen takalohkon ADH:n eritys kasvaa. Tämä antidiureettinen hormoni lisää veden takaisinottoa munuaisissa. Natriumia erittyy kuitenkin virtsaan normaalisti. Lisäksi ihmisen on juotava, jotta solunulkoisen nesteen osmolaliteetti normalisoituu. Jos natriumia on liian vähän, ADH:n eritys vähenee ja virtsaneritys lisääntyy. Munuaiset huolehtivat siitä, että kaikki ylimääräinen vesi, mikä tulee, myös poistuu elimistöstä.

Janon tunne syntyy, kun aivojen hypotalamuksessa olevan janokeskuksen reseptorit aistivat veren osmolariteetin kasvun. Tällöin veri on ”väkevöitynyt” ja kaipaa lisää nestettä. Kun osmolariteetti on suurentunut noin 3 %, janokeskus herkistyy ja ihminen juo, jos nestettä on saatavilla. Jos nestevajaus jatkuu, veritilavuus pienenee ja verenpaine laskee. Tähän reagoivat baroreseptorit aortan kaaressa ja kaulavaltimon poukamassa. Sen seurauksena käynnistyy reniini-angiotensiini-aldosteronijärjestelmä eli RAA-järjestelmä. RAA-järjestelmä on suolaa ja nestettä kehossa pidättävä ja verenpainetta ylläpitävä hormonijärjestelmä, joka aiheuttaa verisuonten supistumista, janon tunnetta ja verenpaineen nousua. Munuaisissa se aiheuttaa natriumin ja veden takaisinimeytymistä ja virtsanerityksen vähenemistä.

Nestevaihto veren, kudosnesteen ja imunesteen välillä

Pienistä **hiussuonista** poistuu plasmaa kudosnesteeksi **hiussuonten** valtimopäässä, ja laskimopäässä suuri osa otetaan siitä takaisin. Osa kudosnesteestä ja tärkeät proteiinit kerätään takaisin verenkiertoon **imusuonien** kautta. Imusuonet palauttavat nesteen ja proteiinit solislaskimoon.



Elimistön suolatasapaino ja pH

Elimistön suolatasapaino liittyy kiinteästi vesitasapainoon. Solunulkoinen ja solunsisäinen neste pysyvät tasapainossa suolan ansiosta. Ilman natriumia vesi karkaisi elimistöstä kokonaan. Suolat, etenkin natrium, vaikuttavat myös veren määrään ja sitä kautta verenpaineeseen. Munuaiset säätelevät virtsan mukana poistuvan natriumin määrää. Kloridi-ioni (Cl^-) on tärkeä solunulkoisen nesteen negatiivinen ioni ja seuraa elimistössä natriumia. Molempia tulee elimistöön ruokasuolan (NaCl) mukana. Liika ruokasuolan käyttö voi lisätä taipumusta verenpainetautiin.

Happamuus eli pH kertoo vapaiden vetyionien (H^+) määrän liuoksessa. Ihmisen elimistön entsyymit toimivat vain kapealla pH-alueella. Mitä enemmän liuoksessa on vetyioneja, sitä happamampaa liuos on. Kun pH on 7, liuos on neutraali. Neutraalissa liuoksessa on yhtä paljon vetyioneja (H^+) ja vastinemäsioneja: hydroksidiioneja (OH^-) tai bikarbonaatti-ioneja (HCO_3^-). Kun liuoksen pH on alle 7, liuos on hapanta, ja kun se on yli 7, liuos on emäksistä.

Elimistön vetyionit ovat peräisin hiilidioksidista (CO_2), joka veden kanssa reagoidessaan muodostaa hiilihappoa (H_2CO_3) ja hapoista, jotka muodostuvat joidenkin ravintoaineiden aineenvaihdunnan yhteydessä. Puskuriliuos on aine, joka sitoo happoja ja emäksiä. Kemialliset puskurointijärjestelmät ovat nopeita eivätkä ne poista vetyioneja elimistöstä vaan sitovat ja vapauttavat niitä tarpeen mukaan. Veren ja kudosnesteen tärkein puskurointijärjestelmä on hiilihappo-bikarbonaattijärjestelmä. Veren hemoglobiini, fosfaatit ja proteiinit puskuroivat myös happoja. Puskurointijärjestelmään kuuluvat happo ja emäs. Happo luovuttaa vetyioneja, ja emäs ottaa niitä vastaan.

Hiilihappo-bikarbonaatti-järjestelmä

Kemialliset puskurointijärjestelmät eivät poista elimistöstä vapaita vetyioneja eivätkä lisää niiden määrää, vaan ne säätelevät liuoksen vetyionikonsentraatiota vapauttamalla vetyioneja tai sitomalla niitä. Tätä summareaktiota ”pallotellaan” suuntaan tai toiseen sen mukaan, onko elimistössä liikaa vai liian vähän vetyioneja.

Elimistön pH pidetään tasaisena kemiallisten puskurijärjestelmien, hengityksen ja munuaisten toiminnan avulla. Liika vety poistuu virtsan mukana ja hiilidioksidi hengityksen mukana. Elimistössä syntyy myös emäksisiä aineenvaihduntatuotteita, jotka poistuvat virtsan mukana. jos elimistö happamoituu puskuroinnista huolimatta, tilaa kutsutaan asidoosiksi (pH alle 7,35), jos elimistön tila muuttuu emäksiseksi, kyseessä on alkaloosi (pH yli 7,45).

Asidoosi ja alkaloosi

Respiratorinen eli hengityksen häiriöön liittyvä asidoosi syntyy, kun hiilidioksidin poistuminen keuhkojen kautta on häiriintynyt. Tällainen tilanne voi syntyä hengitysteissä olevan esteen takia tai keuhkoahtaumataudissa ja astmassa. Respiratorisessa alkaloosissa hengitysteiden kautta poistuu liikaa hiilidioksidia esimerkiksi hyperventiloidessa. Tällöin elimistön hiilidioksidipaine laskee ja veren pH suurenee.

Metabolinen asidoosi voi syntyä esimerkiksi diabeteksessa, jossa rasva-aineiden hajoamisen häiriön seurauksena syntyy liikaa happamia ketoaineita. Ketoaineisiin kuulu asetetikkappo, joka muuttuu elimistössä asetoniksi. Ketoasidoosipotilaan hengitys on kiihtynyt, jolloin keuhkotuuletus lisääntyy ja hiilidioksidin poistuminen vähentää veren happamoitumista. Metabolinen alkaloosi on harvinaista, mutta se voi olla aiheutua pitkäaikaisesta oksentelusta, jolloin happojen menetys mahahappojen mukana on voimakasta.

TEHTÄVÄT

1. Millaisia keinoja ihminen on keksinyt säilyttääkseen lämpötilansa tasaisena erilaisissa ilmasto-oloissa?
2. Millaisissa tilanteissa ihminen voi joutua hypotermiaan?
3. Ota selvää, miksi a) liika juominen ja b) aspiriini voivat olla vaarallisia lapselle.

Eri aineiden pH-arvoja.
PH-luku kasvaa logaritmisesti, joten yhden lukeman nousu tarkoittaa vetyionimäärän kymmenkertaistumista.

PH-asteikko	Esimerkkejä liuoksista
1	akkuhappo
1	mahan suolahappo
2	sitruunamehu, etikka
3	appelsiinimehu, virvoitusjuomat
6,5	maito
7,0	tislattu vesi
7,34–7,35	veri
8,0	merivesi
9,0	leivinjauhe
11	ammoniakkiliuos
13	valkaisuaineet
14	viemärinpuhdistusaineet

CASE | VASTAUS

Elimistö pyrkii säilyttämään nestetasapainotilan, eli elimistöön tulevien ja poistuvien nesteiden määrän tulisi olla suurin piirtein sama. Terve aikuinen ihminen tarvitsee nesteitä noin 2500 ml vuorokaudessa. Riittävää nesteytystä määritettäessä tulee huomioida saadut nesteet eli ruoan ja juoman kautta saadut sekä mahdollisesti infuusiona annetut nesteet. Kun potilas on toipilaana suuresta leikkauksesta tai vakavasta sairaudesta, hänen nesteentarpeensa suurenee. Vastaavasti kuumeisen potilaan nesteentarve lisääntyy, sillä hän menettää nesteitä hikoilun ja hengityksen kautta. Kuume lisää nesteen tarvetta 10 % /1 °C.

Sanasto

A

adaptaatio – aistinreseptorien sopeutuminen jatkuvaan ärsytykseen, esim. hajuun

adenosiinidifosfaatti (ADP) ja adenosiinitrifosfaatti (ATP) – adenosiinista muodostuneita yhdisteitä, joihin on liittynyt kaksi (ADP) tai kolme (ATP) fosfaattiryhmää; runsasenergiainen yhdiste, jota syntyy soluhengityksessä; solun "energiaparisto"

aivokurkiainen (*corpus callosum*) – vasenta ja oikeaa isoaivopuoliskoa yhdistävä, myeliinitupellisia hermosyitä sisältävä poikittainen rakenne

aivolisäke (*hypophysis*) – pieni rauhanen väliaivojen pohjassa, joka jakautuu etu- ja takalohkoon. Aivolisäkkeen lohkot erittävät useita hormoneja.

aivosilta (*pons*) – keskiaivojen ja ydinjatkeen välissä oleva aivorungon osa, joka koostuu aivojen osien välisistä ydintupellisista hermosyistä ja on siten valkeaa ainetta

aivokuori, (*cortex cerebri*) – aivojen pinnalla oleva harmaan aineen kerros, joka vastaa aistihavainnoista, liikkeiden tahdonalaisesta säätelystä ja älyllisestä toiminnasta

aksoni – hermosolun viejähaarake, joka johtaa hermoimpulssin toiseen soluun

aktiini – proteiini, joka osallistuu solujen liiketoimintoihin ja jota on erityisen runsaasti lihassoluissa

aktiopotentiaali – useimmiten hermosolun solukalvoa pitkin etenevä sähköisen latauksen aalto

akuutti – äkillinen tai lyhytkestoinen tila

aldosteroni – lisämunuaisten kuorikerroksesta erittyvä aldosteronihormoni, "suolahormoni", joka säätelee elimistön natriumpitoisuutta

allergia – tila, jossa ihmisen oma puolustus aiheuttaa immunologisen reaktion jollekin elimistön ulkopuoliselle vaarattomalle aineelle.

alveoli – keuhkorakkula, jossa tapahtuu hengityskaasujen vaihto. Ihmisellä on satoja miljoonia keuhkorakkuloita.

aminohappo – pieniä aminoryhmän (NH_2) sisältäviä orgaanisia yhdisteitä, jotka ovat proteiinien rakennusosia

ammoniakki – solujen aineenvaihdunnassa syntyvä myrkyllinen aine. Maksa muuttaa elimistön ammoniakin ureaksi, joka poistuu munuaisten kautta virtsassa.

amnioneste – lapsivesi; sisimmän sikiökalvon eli vesikalvon rajoittamassa ontelossa oleva neste

amylaasi – ruoansulatuskanavassa erittyvä entsyymi, joka pilkkoo tärkkelystä

anabolinen – energiavarastoja lisäävä vaikutus

androgeeni – mieshormoni; miehelle ominaisia kehonpiirteitä ja -toimintoja (sukupuolisominaisuuksia) lisäävä steroidihormoni, esim. testosteroni

anemia – normaalia pienempi veren hemoglobiinipitoisuus, jolloin veren hapenkuljetus on heikentynyt. Anemia johtuu liian vähäisestä raudan saannista, jonka vuoksi veren punasoluja ei synny tarpeeksi.

angiotensiini – proteiini ja hormoni, joka supistaa verisuonia ja saa näin verenpaineen kohoamaan. Angiotensiini myös lisää aldosteronin tuotantoa.

antidiureettinen hormoni (ADH) – vasopressiini; hypotalamuksesta vereen erittyvä hormoni, jonka vaikutuksesta virtsan vesimäärä vähenee ja virtsa väkevöityy; elimistön tärkeimpiä nestetasapainon säätelijöitä

antigeeni – taudinaiheuttajan osa, joka aiheuttaa immuunipuolustuksen aktivoitumisen

anti-inflammatorinen – tulehdusta rauhoittava tai estävä

aortta – verenkierron suurin valtimo, joka lähtee sydämen vasemmasta kammiosta

asetyylikoliini – hermoimpulssin välittäjäaine, joka kuljettaa impulssin hermosolusta toiseen tai hermosolusta lihas- tai rauhassoluun

astma – keuhkoputkien limakalvojen krooninen tulehdus. Tulehdus on ihmisen oman puolustuksen laukaisema immuunivaste, jonka aiheuttavat allergiaa aiheuttavat hiukkaset tai mikrobit.

ateroskleroosi – valtimonkovettumatauti; rasvaplakin kertymisestä johtuva valtimoiden ahtautuminen, jonka seurauksena veren kulku suonessa häiriintyy

autoimmuunireaktio – ilmiö, jossa elimistön puolustusmekanismit kohdistuvat virheellisesti joitakin kehon omia kudoksia kohtaan. Autoimmuunisairauksia ovat esimerkiksi nivelreuma ja tyypin 1 diabetes.

autonominen hermosto – tahdosta riippumaton hermosto, joka jakautuu sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon; säätelee mm. sileiden lihassyiden, sydänlihaksen ja rauhasten toimintaa

B

Bartholin rauhaset – isojen häpyhuulten takana emättimen suuaukon vieressä lantionpohjan sisällä sijaitsevia rauhasia, jotka erittävät limaa ja kosteuttavat emättimen aukkoa

basofiili – veren valkosolutyyppi, jotka aktivoituvat välittömissä (keuhkoastma) ja hitaammissa (allerginen ihoreaktio) allergisissa reaktioissa

bilirubiini – punasolujen hajotessa syntyvä (kellertävä) aine, jonka maksa siirtää sappinesteeseen; sappiväriaine

B-imusolu – valkosoluja, jotka erittävät vasta-aineita sekä erikoistuvat plasmasoluiksi. B-solujen tehtävä on huolehtia immunologisesta muistista, jolloin osa B-soluista muuttuu erityisiksi muistisoluiksi.

bulbouretraalirauhanen – miehen parilliset rauhaset, jotka avautuvat tiehyillä virtsaputkeen. Bulbouretraalirauhaset erittävät seksuaalisen kiihotuksen aikana limamaista eritettä. **bursa** – limapussi, nesteen täyttämiä pussi, joita kehossa on noin 160. Bursat vähentävät lihasten, jänteiden tai luiden välistä hankausta ja tasaavat rasitusta.

D

dendriitti – hermosolun tuojahaarake; hermoimpulssin vastaanottava rakenne

desibeli – äänen voimakkuutta mittaava yksikkö

diabetes – sokeriaineenvaihdunnan sairaus, jossa veren sokeripitoisuus on jatkuvasti suurentunut. Diabetesta tunnetaan eri tyyppejä. Päätyypit ovat tyypin 1 diabetes (nuoruustyypin diabetes) ja tyypin 2 diabetes (insuliiniresistenssi).

diastole – sydämen lepovaihe, jolloin sydän täyttyy verellä

diastolinen verenpaine – alapaine, ison verenkierron suurten valtimoiden matalin paine sydämen lepovaiheen eli diastolen aikana

diffuusio – aineiden passiivinen sekoittuminen nesteessä, kaasussa tai muussa väliaineessa. Diffuusiossa aineiden väkevyyserot pyrkivät tasoittumaan.

DNA, deoksiribonukleiinihappo – pitkä sokerista, fosforihaposta ja emäksestä muodostunut kaksijuosteinen molekyyli. Solussa on myös toista nukleiinihappoa RNA:ta (ribonukleiinihappoa), joka osallistuu proteiinisynteesiin.

Downin oireyhtymä – ihmisen kehitysvammaisuuden muoto, joka johtuu ylimääräisestä kromosomista 21; tärkein kehitysvammaisuuden geneettinen syy

E

EKG, elektrodikardiografia – Sydänfilmi, jonka avulla selvitetään sydämen sinussolmukkeen ja johtoratajärjestelmän toimintaa

eksokriininen rauhanen – avorauhanen, joka erittää eritettä tiehyttä pitkin ihon tai limakalvon pinnalle

elektroenkelografia (EEG) – aivojen sähköpotentiaalimuutosten rekisteröinti; aivosähkökäyrä

elektrokardiografia (EKG) – sydämen sähköisen toiminnan mittausmenetelmä

elektrolyytti – aine, joka vesiliuoksessa jakaantuu ioneiksi, jolloin liuos johtaa sähköä

emäs – alkali; hapon vastakohta. Aine, joka liuoksessa vastaanottaa vetyionin

endokriininen rauhanen – umpieritteinen rauhanen, joka erittää tuotteensa suoraan verenkiertoon

endometrium – kohdun sisäpinnan limakalvo

entsyymi – proteiini, joka toimii elimistössä katalyyttinä eli nopeuttaa kemiallisia reaktioita

eosinofiili – veren valkosolutyyppi, joiden määrä veressä lisääntyy allergisten reaktioiden ja parasiitti-infektioiden yhteydessä

epidermis – ihon uloin kerros eli orvaskesi

epiduraalitila – selkärangankanavassa kovan selkäydinkalvon ja selkänikaman luukalvon välinen tila

epiteeli – pintakudos, elimistön pintoja ja onteloita ympäröivä kudos

erytropoietiini (EPO) – pääasiassa munuaisissa syntyvä, punasolujen muodostumista lisäävä hormoni, jota voidaan myös käyttää dopingaineena.

estrogeeni – naishormoni; naiselle ominaisia kehonpiirteitä ja -toimintoja ylläpitäviä ja mm. kohdun toimintoja sääteleviä hormoneja (esim. estradioli ja estrioli)

F

fascia, faskia – sidekudoskalvo tai lihaksen peitinkalvo

fasettinivel – kahden päällekkäisen selkänikaman nivelhaarakkeiden välinen pikkunivel

follitropiini – follikkelia stimuloiva hormoni (FSH), aivolisäkkeen etulohkon gonadotrooppinen hormoni, joka mm. stimuloi munarakkuloiden ja siittiöiden kehittymistä

fotosynteesi – yhteyttämisreaktio, jossa kasvit ja esimerkiksi levät ja jotkin bakteerit sitovat auringonvaloa kemialliseksi energiaksi, sokeriksi. Yhteyttämisreaktiossa syntyy happea.

frontaalitaso – kuvitteellinen taso, joka jakaa kehon etu- ja takaosan

fruktoosi – hedelmäsokeri, jota esiintyy kaikissa hedelmissä ja hunajassa. Kun ruokosokeri pilkkoutuu ruoansulatuselimistössä, siitä syntyy fruktoosia ja glukoosia.

fysiologinen suolaliuos – ihmisen veren suolapitoisuutta vastaava 0,9-prosenttinen suolaliuos

G

geeni – DNA:n toiminnallinen osa, joka ohjaa tietyn proteiinin tai proteiiniryhmän syntyä

genitaalialue – sukupuolielinten alue

gliasolu – hermotukisolu, hermosoluja huoltavia erityyppisiä soluja

glukagoni – haimasaarekkeiden alfasolujen erittämä peptidihormoni, jonka vaikutuksesta mm. maksan glykogeenia siirtyy glukoosina vereen; insuliinin vasta-vaikuttaja

glukokortikoidit – hiilihydraattien aineenvaihdunnan säätelyyn osallistuvia hormoneja, esim. kortisoli. Glukokortikoidit ovat kortikosteroideja eli lisämunuaiskuoren erittämiä steroidihormoneja.

glukoosi – rypälesokeri. Veren plasman glukoosi on peräisin ravinnosta saadusta glukoosista, maksan ja lihasten glykogeenivarastoista sekä glukoneogeneesin (maksassa mm. aminohapoista ja glyserolista) avulla tuotetusta glukoosista. Insuliini pienentää plasman glukoosipitoisuutta, kun taas glukagoni, adrenaliini, glukokortikoidit, kasvuhormoni ja tyroksiini suurentavat sitä.

glykogeeni – glukoosin varastomuoto, jota esim. maksa ja lihassolut varastoivat

Golgin laite – kalvorakenteinen soluelin, jonka tehtävänä on eriterakkuloiden muodostaminen ja aineiden pakkaaminen niihin. Golgin laite kuljettaa aineita solussa paikasta toiseen. Lisäksi se osallistuu proteiinien muokkaamiseen lisäämällä niihin hiilihydraattiryhmiä.

gonadoliberiini – hypotalamuksen erittämä hormoni, joka saa aivolisäkkeen erittämään sukupuolirauhasia stimuloivia hormoneja

gonadotropiini – gonadotrooppinen hormoni; sukupuolirauhasten munasarjojen sekä kivesten (gonadien) toimintaa stimuloiva ja säätelevä hormoni (follitropiini, lutotropiini, istukkagonadotropiini)

Graafin follikkeli – munasarjassa oleva kypsä munarakkula

H

hamstring-lihakset – reiden ulkosyrjässä ja takana olevia lihaksia. Hamstring-lihaksia ovat puolijänteinen lihas (m. semitendinosus) puolikalvoinen lihas (m. semimembranosus) ja kaksipäinen reisilihas (m. biceps femoris).

happo – (kemiassa) aine, joka luovuttaa positiivisia vetyioneja tai vastaanottaa elektroniparin. Happamuus eli pH kertoo vapaiden vetyionien (H^+) määrän liuoksessa.

harmaa aine – hermosolujen soomista ja tuojahaarakkeista (dendriittejä) koostuva aine. Mm. aivokuori koostuu harmaasta aineesta. Harmaassa aineessa on myös hermosoluja huoltavia gliasoluja.

hemoglobiini – molekyyli, jonka tehtävänä on punasoluissa sitoa happea

hertsi (Hz) – äänen värähtelytaajuuden mittayksikkö; äänen korkeus

hiilihydraatti – orgaaninen yhdiste, joka sisältää hiiltä, vetyä ja happea, esim. sokeri, tärkkelys ja selluloosa. Hiilihydraatit ovat yksi kolmesta perusravintoaineesta rasvojen ja proteiinien lisäksi.

hiippaläppä – mitraaliläppä; sydämen vasemman eteisen ja kammion välissä oleva läppä

hippokampus – aivoturso; aivojen osa, jolla on keskeinen rooli muistitoiminnoissa

histamiini – hermoston välittäjäaine, jota erittyy erityisesti allergisissa reaktioissa

hiussuonikeränen – nefronin osa, jossa tapahtuu alkuvirtsansuodatus

hivenaine – kivennäisaine, jota elimistö tarvitsee alle 100 mg vuorokaudessa, esim. rauta ja kromi

homeostaasi – elimistön sisäinen tasapaino, veren ja kudosnesteen pysyminen jatkuvasti samanlaisena erilaisten palautejärjestelmien avulla

horisontaalitaso – kuvitteellinen taso, joka jakaa kehon ylä- ja alaosan

humoraalinen immuunivaste – vasta-ainevälitteinen puolustus, jonka aikaansaavat B-imusolut

hypertyreoosi – sairaus, joka johtuu kilpirauhasen liikatoiminnasta

hypotalamus – väliaivojen pohjassa oleva aivojen osa, joka säätelee aivolisäkkeen hormonieritystä

hypotermia – ruumiinlämmön lasku ja siitä aiheutuvat muutokset elimistössä

häkä – hiilimonoksidi; hajuton ja myrkyllinen kaasu, jota syntyy epätäydellisessä palamisessa. Häkämyrkytyksessä häkää siirtyy ilmasta keuhkojen kautta vereen. Häkä sitoutuu erittäin tehokkaasti punasolujen hemoglobiiniin syrjäyttäen hapen.

I

Ikterus – keltatauti; maksan toimintahäiriöstä johtuva tila, jossa sappiväriaineita kertyy iholle, limakalvoille ja silmänvalkuaisiin

immuniteetti – elimistön vastustuskyky taudinaiheuttajia vastaan

immunoglobuliini (Ig) – vasta-aine, jonka avulla elimistö tunnistaa vieraita organismeja tai niiden osia

imusuonisto – imunestettä kuljettava suonisto; verenkierron kanssa rinnakkainen kuljetusjärjestelmä. Imusuonisto muodostuu useista pienistä ja suurista imusuonista sekä imusolmukkeista.

infarkti – kudoksen kuolio, joka aiheutuu verenkierron paikallisesta häiriöstä, esim. valtimon tukkeutuminen

injektio – nestemäisen lääkkeen antaminen ruiskun ja neulan avulla ihon lävitse

insertio – lihaksen loppukiinnittymiskohta luussa

insuliini – haiman Lagerhansin saarekkeiden beetasolujen erittämä hormoni, joka säätelee sokeriaineenvaihduntaa elimistössä

ioni – alkuaine, jolla on sähköinen (negatiivinen tai positiivinen) varaus vesiliuoksessa

ioni – sähköisesti varautunut atomi tai atomiryhmä tai molekyyli, joka voi olla varaukseltaan positiivinen (kationi) tai negatiivinen (anioni)

iskemia – paikallinen hapen tai veren puute kudoksessa

Iskiashermo – kehon paksuin ja pisin hermo. Iskiashermo kulkee kehon takaosassa lanteesta reiteen.

isolantio – suoliluiden välissä oleva lantion osa.

J

jodi – alkuaine (I) ja kilpirauhasen toiminnalle välttämätön hivenaine.

K

kaarikäytävät – sisäkorvan kolme putkimaista rakennetta, jotka osallistuvat tasapainon aistimiseen

kapillaari – hiusverisuoni

kapseli – elintä ympäröivä sidekudoskuori

katabolinen – energiavarastoja kuluttava vaikutus

katekoliamiini – yhdisteitä, jotka voivat toimia hormoneina ja keskushermoston välittäjäaineina, esim. adrenaliini, noradrenaliini ja dopamiini

keltatäplä – tarkan näkemisen alue verkkokalvossa, joka sisältää vain tappisoluja

ketoaine – rasvahappojen aineenvaihdunnassa muodostuva aine, esim. asetoni

ketoosi – aineenvaihdunnan tila, jossa ketoaineiden määrä veressä on lisääntynyt; seurausta ravinnon vähäisestä hiilihydraattien määrästä, jolloin maksa korvaa puuttuvaa glukoosia valmistamalla ketoaineita.

kitaluu – kallonpohjan luu, jonka siivekkeet ulottuvat ohimoihin.

kivennäisaine – elimistön toiminnalle välttämätön maaperästä peräisin oleva alkuaine, esim. kalsium ja fosfori. Kivennäisaineiden päivittäinen tarve on yli 100 mg vuorokaudessa (vrt. hivenaine).

konvektio – kuljettuminen; lämmön siirtoa kaasussa tai nesteessä lämmön aiheuttamien virtausten mukana

koriongoandotropiini (HCG tai hCG) – istukan erittämä hormoni, joka vaikuttaa lutotropiinin (aivolisäkkeen etulohkon erittämän luteinisoivan hormonin) tavoin eli ylläpitää keltarauhasta ja jonka ilmaantumiseen vereen ja virtsaan raskauskokeet perustuvat

kortisoli – ”stressihormoni”. Henkinen, psyykkinen ja fyysinen rasitus lisäävät kortisolin tuotantoa. Kortisolin erittyminen suurentaa veren glukoosipitoisuutta stimuloimalla rasvojen ja proteiinien pilkkoutumista ja siten varmistaa solujen energiansaannin elimistöä rasittavissa oloissa.

kovakalvo (*dura mater*) – uloin keskushermostoa peittävistä aivo- ja selkäydinkalvoista

kreatiini – elimistön luonnollinen yhdiste, joka auttaa varastoimaan energiaa lihassoluihin

kromosomi – yhtäjaksoinen DNA-rihma, joka on pakkaantunut tiukaksi kromatiimiksi. Kussakin solussa on 46 kromosomia, joista puolet on peritty äidiltä ja puolet isältä. Kaksi kromosomeista on sukukromosomeja, joihin ovat sijoittuneet sukupuolisominaisuuksia säätelevät geenit.

krooninen – jatkuva, pitkäaikainen tai toistuva tila tai sairaus

kudos – muodostuu samaan tehtävään erilaistuneista toisiinsa liittyneistä soluista ja soluväliaineesta. Kudostyyppejä ovat epiteeli, sidetuki, lihas ja hermokudos.

kuona-aine – aineita, joita elimistö poistaa ja jotka ovat myrkyllisiä liian isoina määrinä, esim. hiilidioksidi ja typpi

kyfoosi – selkärangan taaksepäin suuntautuva mutka rintarangassa ja ristirangassa

käpyrauhanen – epifyysi; pieni aivoissa sijaitseva rauhanen, joka valmistaa uni-valverytmiä säätelevää melatoniinihormonia

L

Lagerhansin saareke – haiman sisältämiä solurykelmiä, jotka sisältävät mm. glukagonia erittäviä alfasoluja ja insuliinia erittäviä beetasoluja

laktoosi-intoleranssi – maitosokerin eli laktoosin imeytymishäiriö suolistossa

lanugo – utukarva, jota ilmenee etenkin sikiöillä

laskimo – verisuoni, jossa hiilidioksidipitoinen veri kulkee kohden sydäntä

liberiinit – neurohormoneja, joita hypotalamus erittää. Ne saavat aikaan hormonien erittymisen aivolisäkkeen etulohkosta.

ligamentti – nivelside, joka tavallisesti yhdistää toisiinsa kaksi luuta

lihaskäämi – lihaksen sisällä olevia venytysreseptoreita, jotka mittaavat lihaksen pituutta ja sen muuttumista

lihassyy – lihassolu. Luustolihaksissa lihassyyt ovat pitkiä (1000 µm–30 cm) sylinterimäisiä monitumaisia soluja.

likvori – aivo-selkäydinneste, joka suojaa aivoja ja selkäydintä iskuilta

limbinen järjestelmä – mm. tunteiden ja motivaation säätelystä vastaava aivojen alue

lipidi – yhteisnimi eliöiden solukoissa syntyville rasvoille ja rasvamaisille yhdisteille

lordoosi – selkärangan eteenpäin suuntautuva mutka kaularangassa ja lannerangassa

lukinkalvo – araknoidea; kovakalvon alla sijaitseva keskimmäinen aivokalvo tai selkäydinkalvo. Lukinkalvon ontelossa on likvoria

luksaatio – nivelen sijoiltaanmeno

lutropiini (LH) – lutenisoiva hormoni; aivolisäkkeen etulohkosta erittyvä hormoni, joka stimuloi munasolun irtoamista eli ovulaatiota

lymfaattinen järjestelmä – järjestelmä, joka sisältää imusuonet, imusolmukkeet, nielurisat, luuytimen, perna, suolen limakalvon ja kateenkorvan. Lymfaattinen järjestelmä ottaa kiinni taudinaiheuttajia, tuhoaa niitä ja käynnistää puolustusreaktioita. Imusuonisto osallistuu myös nestetasapainon säätelyyn kehossa.

lymfosyytti – imusolu; veren valkosoluja, jotka osallistuvat mikro-organismien, vieraiden molekyylien ja syöpäsolujen tunnistamiseen ja tuhoamisprosessiin. Ne lisääntyvät ja aktivoituvat erityisesti kroonisissa tulehduksissa. Imusoluja on kaksi pääluokkaa: T- ja B-imusolut.

lysosomi – soluelin, joka on solukalvon ympäröimä rakkula. Lysosomit sisältävät pilkkovia entsyymejä, ja ne voivat hajottaa sekä soluun tuotuja aineita että solun omia rakenteita.

lysotsyymi – mm. kyynelnesteessä syljessä, maidossa ja suolinesteessä esiintyvä, bakteereja tuhoava entsyymi

M

makrofagi – elimistön puolustukseen kuuluva syöjäsolu, joka syö vieraiksi tunnistettuja mikrobeja ja aineita

makusilmu – makua aistivia kemoreseptoreita, joita on etenkin kielen limakalvolla

marraskesi – ihon uloin sarveistunut kerros

mediaanitaso – kuvitteellinen taso, joka jakaa kehon oikeaan ja vasempaan puoliskoon

menopaussi – kuukautisten loppuminen vaihdevuosi-ikäisellä naisella

metabolinen alkaloosi – elimistön nesteiden liiallinen emäksisyys

metabolinen asidoosi – elimistön liiallinen happamuus, jolloin muodostuu liikaa erilaisia happoja tai vetyionien erittyminen virtsaan on häiriintynyt.

mikrobi – yksinkertaisia, yleensä yksisoluisia, erilaistumattomia eliöitä, jotka eivät näy paljain silmin. Mikrobeihin kuuluvat bakteerit, levät, alkueläimet, hiivat, homeet ja virukset.

mikrovillus – sormimainen solukalvon erilaistuma; ”karva”, joka suurentaa solukalvon pinta-alaa

mineralokortikoidi – lisämunuaiskuoren erittämiä steroidihormoneja (esim. aldosteroni), joiden vaikutuksesta natriumioneja imeytyy takaisin munuaistiehyistä ja kaliumionien erittyminen lopulliseen virtsaan lisääntyy

mitokondrio – soluelin, jossa tapahtuu soluhengitys. Mitokondrioiden määrä vaihtelee soluissa niiden energiantarpeen mukaan. Mitokondriot tuottavat suurimman osan solun tarvitsemasta energiasta. Ne muuttavat ravintoaineisiin sidotun kemiallisen energian ATP:ksi, joka on solun pääasiallinen energialähde.

mitraaliläppä – hiippaläppä; sydämen vasemman eteisen ja kammion välissä oleva läppä

molekyyli – kahden tai useamman atomin muodostama ryhmä

monosakkaridi – yksinkertainen sokeri, hiilihydraatti. Tavallisin monosakkaridi on kuusi hiiltä sisältävä glukoosi eli rypälesokeri.

monosyytti – veren valkosolutyppi, joka siirtyy verenkierrosta kudoksiin ja erilaistuvat makrofageiksi eli syöjäsoluiksi

motoneuroni – liikehermosolu, joka välittää hermoimpulssin lihakselle tai lihaksille

motorinen yksikkö – yhden liikehermosolun ja sen hermottamien lihasten muodostama yksikkö

munuaistiehyt – kiemuratiehyt eli tubulus; nefronin osa, jossa säädellään virtsan muodostumista ja koostumusta

mutaatiot – spontaaneja tai mutageenin aiheuttamia muutoksia eliön perimässä

myeliini – hermosolun aksoneita peittävä eristekerros, joka nopeuttaa hermoimpulssin kulkua

mykiö – silmän linssi, joka taittaa valoa verkkokalvolle

myometrium – kohdun lihaskalvo

myosiini – lihassupistukseen osallistuva proteiini

N

nefroni – munuaisissa sijaitseva virtsaa verestä suodattava yksikkö

neurohormonit – hormoneja, jotka erittyvät hermosolujen hermopäätteistä verenkiertoon.

neutrofiili – veren yleisin valkosolutyyppi, jonka päätehtävä on akuutti tulehdusvaste kudosvaurioon. Neutrofiilit syövät ja tuhoavat vaurioituneen kudoksen ja kehoon tunkeutuvat mikrobit, erityisesti bakteerit.

nivelkierukka – polvinivelen nivelpintojen yhteensopivuutta parantavat C-kirjaimen muotoiset rustot

normaalifloora – ihmiselle harmiton ihon pinnassa, suussa, suolessa ja emättimessä esiintyvä bakteerikasvusto, joka osaltaan estää haitallisten mikrobien kasvua

nukkalisäke – villus; noin millimetrin korkuisia erityisesti ohutsuolen pinnalla esiintyviä sormimaisia ulokkeita, joiden tehtävänä on suurentaa limakalvon pinta-alaa

O

oksitosiini – aivolisäkkeen takalohkon hormoni, jota erittyy mm. synnytyksen yhteydessä, imettäessä, ja seksuaalisen mielihyvän aikana. Myös kosketus ja hieronta lisäävät oksitosiinin eritystä.

onttolaskimot – verenkierron suurimmat laskimot, ylä- ja alaonttolaskimo, jotka tuovat hiilidioksidipitoista verta sydämen oikeaan eteiseen

organismi – eliö; yhdestä tai useammasta solusta koostuva elävä kokonaisuus

origo – lihaksen alkukiinnittymiskohta luussa

osmolariteetti – kalvon eri puolilla olevien nesteiden isojen partikkelien kokonaispitoisuus litrassa

osmoosi – veden kulkeminen diffuusiolla ns. puoliläpäisevän kalvon läpi. Puoliläpäisevä kalvo päästää vain riittävän pieniä molekyylejä, kuten vettä, lävitseen. Vesi pyrkii tasoittamaan puoliläpäisevän kalvon eri puolilla olevia pitoisuuseroja siirtyen sille puolelle kalvoa, jossa vesipitoisuus on pienempi eli veteen liuenneiden aineiden pitoisuus (konsentraatio) on suurempi.

osmoreseptori – soluja, jotka ovat herkistyneet osmoottisen paineen mittaamiseen kehossa. Esimerkiksi jano aistitaan, kun aivojen hypotalamuksen osmoreseptorit mittaavat veren normaalia suolaisemmaksi.

osteoblasti – uutta luuta muodostava luusolu

osteolklasti – vanhaa luuta hajottava luusolu

osteoporoosi – luukato; luun määrän (massan) väheneminen. Luukadossa luu haurastuu, jolloin luunmurtumia voi syntyä jopa ilman vammaa.

osteosyytti – kypsynyt luusolu, joka ei enää jakaudu

ovulaatio – munasolun irtoaminen munasarjasta kuukautiskierron puolessavälissä

P

parasiitti – loinen; eliö, joka elää toisessa eliössä. Ihmisen parasiitteja ovat esimerkiksi päätäit, suolistomadot ja alkueläimet.

parasympaattinen hermosto – autonomisen eli tahdosta riippumattoman hermoston toinen osa, joka toimii aktiivisimmin levossa tai ruokaa sulatettaessa. Parasympaattinen vaikutus pienentää syketaajuutta ja hengitystiheyttä ja lisää ruoansulatuselimistön toimintaa.

pehmeä kalvo – aivojen pinnassa kiinni oleva kalvo

pepsiini – mahanesteen entsyymi, joka pilkkoo proteiineja polypeptideiksi

pepsinogeeni – maharauhasten pääsolujen erittämä pepsiinin esiaste

peristaltiikka – ruoansulatuskanavan ja erilaisten tiehyiden seinämien sileiden lihasten aikaansaamaa supistusliikettä

pikkulantio – lonkkaluiden muodostaman luisen lantion alaosa, jonka kautta naisen synnytyskanava kulkee.

porttilaskimo (*vena portae*) – suuri laskimo, joka vie ruoansulatuskanavan pääosan, pernan ja haiman laskimoveren maksaan

progesteroni – keltarauhashormoni; keltarauhasesta ja istukasta erittyvä steroidihormoni, joka ylläpitää kohdun limakalvon eritysvaihetta ja edistää raskauden jatkumista

prolaktiini – aivolisäkkeen etulohkon hormoni, joka lisää maidon erittymistä rintarauhasesta

prostaglandiini – kudoshormoni, joka esimerkiksi aiheuttaa supistuksia sileissä lihaksissa. Prostaglandiinien synteesi elimistössä kiihtyy kuumeen ja kivun aikana, koska ne vaikuttavat tulehdusreaktion syntyyn. Useimmat tulehduskipulääkkeiden vaikutus perustuu siihen, että ne estävät prostaglandiinien synteesiä.

prostata – eturauhanen; miehen virtsaputken tyven ympärillä sijaitseva noin luumun kokoinen lisäsukupuolirauhanen, jonka erite työntyy siemensyöksyn edellä virtsaputkeen

proteiini – valkuaisaine, joka koostuu aminohappoketjuista. Proteiinit ovat elintoiminnoille välttämättömiä typpipitoisia yhdisteitä, joita solut tuottavat.

proteinuria – valkuaisvirtsaisuus; proteiinien liiallinen erittyminen virtsaan

pupilli – silmän mustuainen; värikalvon keskellä oleva aukko, joka säätelee verkkokalvolle pääsevän valon määrää

puskuriliuos – liuos, jonka pH-arvo ei muutu huomattavasti happoa tai emästä lisättäessä tai liuosta laimennettaessa

pyramidirata – eräiden aivoista aivorunkoon ja selkäytimeen johtavien liikehermojen yhteisnimitys

pyrogeeninen – kuumetta aiheuttava aine, kuten bakteeri tai sen tuottama myrkky tai valkosolujen tuottama interleukiini

R

refleksi – heijaste, kehon samanlaisena toistuva nopea ja automaattinen reaktio ärsykkeeseen

relaksiinihormoni – istukasta erittyvä hormoni, jonka tehtävänä on raskausaikana löysentää äidin lantion alueen luuliitoksia ja kiinnittymiä synnytystä varten.

REM-uni (rapid eye movement) – vilkeuni, jonka aikana silmät liikkuvat ja nähdään unia

reseptori – solun erikoistunut proteiinimolekyyli, joka vastaanottaessaan joko ärsykkeen tai kemiallisen viestin käynnistää siihen kytkeytyvät solun fysiologiset signaalin välitysmekanismit

ribosomi – pieni soluelin, jonka pinnalla proteiinisynteesi tapahtuu. Ribosomi rakentuu kahdesta alayksiköstä, joista kumpikin sisältää ribosomaalista RNA:ta, entsyymejä ja rakenneproteiineja. Ribosomeja on soluissa solukalvossa, vapaina solulimassa ja eräissä soluelimissä.

risakudos –suuontelossa ja nielussa olevaa imukudosta, joka osallistuu infektioiden torjuntaan

rodopsiini – näköpurppura; verkkokalvon sauvasolujen näköpigmentti

rytmihäiriöt – rytmihäiriöissä sydämen rytmi kiihtyy, hidastuu tai muuttuu epätasaiseksi, mikä voi johtaa sydämen toiminnan häiriöihin.

S

sappi – maksan erittämä ruoansulatusneste, jonka sisältämät sappisuolat käsittelevät rasvat niin, että haima ja suolinesteen entsyymit pääsevät pilkkomaan niitä

sarveistunut iho – kuollut, vielä irtoamaton ihosolukko

sauvasolu – silmän verkkokalvon soluja, jotka reagoivat valoon

segmentaatio – suolen sileiden lihasten aikaansaama ruokasulaa sekoittava liike

sensorinen hermosto – aistinelimistä keskushermostoon kulkevat hermoradat

sepelvaltimo ja sepellaskimo – koronaarisuonet; sydämen pinnalla sijaitsevat suonet, jotka huoltavat sydänlihasta tuomalla sille happea ja viemällä kuona-aineita pois

sigittalitaso – kaikki kuvitteelliset tsot, jotka ovat mediaanitason suuntaisia

simpukka – sisäkorvassa sijaitseva simpukan mallinen kuuloelin, joka muuttaa ääniaallot hermoärsykkeeksi

sinussolmuke – sydämen oikean eteisen seinämässä yläonttolaskimon tyvessä sijaitseva alue, josta sydämen supistusimpulssi normaalisti alkaa

skolioosi – selkärangassa ilmenevä vinous tai kieroutuma

sokea piste – silmän verkkokalvon kohta, josta näköhermo lähtee; ei sisällä lainkaan näköaistinsoluja.

solu – elävien organismien rakenteellinen ja toiminnallinen perusyksikkö

somaattinen hermosto – aistimus- ja muuta informaatiota käsittelevä sekä luustolihasten toimintaa säätelevä hermosto; hermottaa tahdonalaisesti säädeltäviä lihaksia

sooma – hermosolun solukeskus, jossa sijaitsee tuma

statiinit –neurohormoneja, joita hypotalamus erittää aivolisäkkeen etulohkoon. Ne estävät jonkin etulohkon hormonin erittymisen.

sternaalipunktio – luuydinnäyte, joka otetaan rintalastasta

steroidihormoni – sukupuolirauhasten, lisämunuaiskuoren ja istukan erittämiä steroidirakenteisia hormoneja (androgeenit, estrogeenit, keltarauhashormonit, glukokortikoidit, mineralokortikoidit)

stressi – stressillä tarkoitetaan rasitusta, joka uhkaa elimistön tasapainotilaa. Stressin voivat aiheuttaa ulkoiset tekijät, kuten kylmyys, pitkäaikainen rasitus tai fyysinen vamma, tai sisäiset tekijät, kuten sairaus, kipu tai psyykkinen rasitus.

stimulus – ärsyke; elimistön ulkopuolinen tai sisäinen tekijä, joka saa aikaan tietyn toiminnan (reaktion) tai sen jatkumisen

struuma – suurentunut kilpirauhanen. Struuman syynä on kilpirauhasen tulehdus tai toimintahäiriö.

subcutis – ihonalaiskudos; muodostuu pääosin löyhästä sidekudoksesta ja rasvakudoksesta

surfaktantti – keuhkorakkuloiden sisäpinnan erite, joka vähentää ohuen rakkulan pintajännitystä ja auttaa siten keuhkorakkuloita pysymään avoimina

sutuura – luusauma; luiden välinen sideliitos esimerkiksi pääkallon luiden välissä

sympaattinen hermosto – tahdosta riippumattoman hermoston toinen osa. Sympaattisen hermoston toiminta vilkastuu stressitilanteissa ja fyysisessä rasituksessa. Se lisää elimistön suorituskykyä mm. avartamalla hengitysteitä ja suurentamalla sydämen syketaajuutta.

synapsi – kahden hermosolun liitospinta, jossa hermoimpulssi siirtyy tai ei siirry välittäjäaineiden välitse hermosolusta toiseen

systole – sydämen työvaihe, jolloin sydän työntää verta valtimoihin

systolinen verenpaine – ns. yläpaine; ison verenkierron suurten valtimoiden korkein paine kammioiden supistuessa

sytoplasma, solulima – solukalvon sisällä mutta tuman ulkopuolella oleva, lähinnä vedestä ja siihen liuenneista aineista koostuva liuos

T

T-imusolu – valkosoluja, jotka tunnistavat pääasiassa virusten saastuttamia elimistön omia soluja tai syöpäsoluja. T-solujen reaktiotapaa kutsutaan soluvälitteiseksi spesifiseksi immuunivasteeksi.

takaisinkytkentä – prosessi, jossa aiempi tai nykyinen informaatio vaikuttaa samaiseen ilmiöön joko heti tai tulevaisuudessa. Takaisinkytkentä voi olla positiivista, jolloin se vahvistaa vaikutusta, tai negatiivista, jolloin se heikentää vaikutusta. Elimistössä monet hormonit toimivat takaisinkytkennän sääteleminä.

tali – öljymäinen erite, jota talirauhaset erittävät ihon pinnalle

tappisolu – silmän verkkokalvon soluja jotka ovat erikoistuneet värien näkemiseen

tinnitus – korvien jatkuva soiminen, joka ei johdu ulkoisesta äänilähteestä

totipotentti – kaikkikykyinen. Totipotentteja soluja ovat hedelmöittyneet munasolut ja niiden varhaiset jakautumisasteet. Totipotentti solu voi erilaistua miksi tahansa elimistön kudostyypiksi.

transsellulaarineste – solun ulkopuolella oleva kudosneste

trimesteri – raskauskolmannes. Raskaus jaetaan kolmeen jaksoon, joita kutsutaan trimestereiksi.

tropiini – aivolisäkkeen etuosan erittämä hormoni, joka säätelee muiden umpirauhasten hormonitoimintaa

tsygootti – juuri hedelmöitynyt munasolu

tuma – solun suurin soluelin, joka sisältää solun geneettisen materiaalin eli DNA:n

tumake – aivojen sisäosissa olevia harmaan aineen saarekkeita, joissa on paljon hermosolujen soomia eli keskuksia.

tärykalvo – ulkokorvan korvakäytävän ja välikorvan välissä oleva ohut kalvo, joka välittää värähdellen äänet välikorvaan.

U

umpilisäke – lisäke, joka alkaa umpisuolesta, sisältää imukudosta

uvula – pehmeässä suulaessa oleva kitakieleke

V

vagina – emätin

valkea aine – aivoissa esiintyvä aine, koostuu hermoimpulsseja kuljettavista aksoneista ja niitä ympäröivistä gliasoluista sekä verisuonista. Valkean värinsä kudos saa aksoneita ympäröivästä myeliinistä.

valtimo – verisuoni, jossa hapekas veri kulkee poispäin sydämestä

vatsaontelo – kehon sisällä oleva ontelo, jossa sijaitsevat mahalaukku, maksa, sappirakko, perna, haima, virtsarakko, ohutsuoli, paksusuoli ja munuaiset

viskeraalinen – sisäelimiin liittyvä

virtsakivet – munuaisiin ja virtsateihin muodostuvia kiinteitä kappaleita. Ne syntyvät kalsiumin ja virtsahapon saostuessa.

väliaivot – aivojen sisällä sijaitseva aivorungon osa, jossa sijaitsevat talamus ja hypotalamus.

Y

ydinjatke (*medulla oblongata*) – aivojen osa, joka yhdistää aivot ja selkäytimeen. Ydinjatkeessa sijaitsee tärkeitä keskuksia, jotka ohjaavat mm. hengitystä ja sydämen toimintaa.

Hakemisto

A

A-vitamiini 150
aataminomena 99
adenosidifosfaattimolekyyli 19
adenositrifosfaattimolekyyli 19
ADH 117
ADP 19
aggregaatio 85
aistinreseptori 148
aivohermo 139
aivokuori 136
aivolisäke 123, 138
aivorunko 138
aivosilta 138
aivot 134
aivoverkosto 146
akillesjänne 64
aksoni 130
aktiinisäe 52
aktiopotentiaali 132
akuutti 158
alakuorikko 38
alaleukaluu 38
alaonttolaskimo 72, 113
albumiini 80
aldosteronihormoni 117
alempi kieliluulihas 56
alempi lapalihas 59
alkaloosi 181
alkion kantasolu 169
alkiorakkula 170
alkoholihepatiitti 111
alveoli 101
aminohappo 15
ammoniakki 115
amnioneste 170
amylaasientsyymi 104
anemia 83
anteriorinen 11
antidiureettinen hormoni 117
antigeeni 91
aortta 66, 113
aorttaläppä 68
asidoosi 181
ateroskleroosi 69
ATP 19, 52, 96
autonominen hermosto 133, 141
avautumisvaihe 171
avoeritteisen rauhanen 123

B

B-imusolu 84
B-vitamiini 107
baroreseptori 179
Bartholin rauhanen 163
bilirubiini 84, 109
blastokysta 170
Bowmanin kotelo 116
bulbouretraalirauhanen 168
bursa 36
bursiitti 36

C

CRP 87

D

D-antigeeni 86
dendriitti 130
dermis 29
desibeli 153
diabeettinen nefropatia 119
diabetes 127
diafyysi 35
diastole 66, 70
diastolinen 78
diffuusio 21
distaalinen 11
DNA 18
dorsaalinen 11
Downin oireyhtymä 27

E

EKG 70
elektrokardiogrammi 70
emättimen aukko 162
endometrium 163
entsyymi 175
epidermis 28
epiduraalitila 134
epifyysi 35
epifyysilevy 35
epäkäslihas 59
erytropoietiinihormonia 115
erytrosyytti 83
esinahka 168
estrogeeni 161
etummainen sahalihas 57
etummainen säärilihas 64
eturauhanen 167, 168

F

fascia 51
fasettinivel 41
fibrinogeeni 80
follitropiini (FSH) 165
fotosynteesi 16
fysiologinen suolaliuos 80

G

ganglioa 142
geeni 18
gliasolu 130
glukoosi 16

glykogeeni 16
Golgin laite 17
graafin follikkeleiksi 166
granulosyytti 84
granulosyytti 84

H

haima 108, 126
hajuaisti 156
hajuepiteeli 156
hakaluu 45
hammas 104
hamstring-lihas 63
hankinnainen immuunivaste 90
harmaa aine 136
hartialihas 59
hauislihas 60
hedelmöitys 168
heijaste 143
hematokriitti 87
hemoglobiini 83
henkitorvi 99
Henlen linko 116
hermoimpulssi 132
hermopunos 140
hermosolu 13
herneluu 45
hiilidioksidi 97
hiilihappo-bikarbonaattijärjestelmä 180
hiilihydraatti 16
hiippaläppä 68
hikirauhanen 30
hippokampus 145
hidas lihassyy 54
hiussuoni 72
hohkaluu 35
hormoni 122
hymylihas 56
hypertyreoosi 124
hypofyysi 123
hypotalamus 138
hypotermia 177
hypotyreoosiksi 124
hyytyminen 85
häkä 96
häntäluu 42
häpyliitos 46
häpyluu 46

I

ihonalaiskudos 29
ikterus 84
immuunipuolustus 88
implantoituminen 170
imuneste 92
imusolmuke 92
imusolu 84
imusuonisto 92
infarkti 69
inferiorinen 11
insuliini 126
ioni 20
iskutilavuus 78
iso lähentäjälihas 63
iso monikulmaluu 45
iso olkakyhmy 44
iso pakaralihas 62
iso ranneluu 45
iso sarvennoinen 47
iso suunnikaslihas 59
iso verenkierto 76
isoaivokuori 137
isoaivot 136
isolantio 46
isot häpyhuulet 162
iso rintalihas 57
istuinkyhmyt 46
istuinluu 46
istukka 170

J

jalkaholvi 49
jalkapöydän luut 49
johtorata 66
jyväissolu 166
jälkeisvaihe 171
jänne 55

K

K-vitamiini 85, 107
kaarikäytävät 154
kaikkeen mahdollisia soluja 169
kaksipäinen olkalihas 60
kaksipäinen reisilihas 63
kaksoiskantalihas 64
kalvojännite 132
kannattajanikama 41
kantaluu 49
kapillaari 66
karsinogeeni 26
karvatuppi 31
kasvulevy 35
kateenkorva 92
katekalvo 152
kaudaalinen 11
kaulanikama 41
keltarauhanen 166
keltarauhashormoni 166
keltatauti 84
keltatäplä 150
kenguruhoito 159
keskiaivot 138
keskimmäinen pakaralihas 62
keskushermosto 133
keuhkoputki 99
keuhkorakkula 97, 101
keuhkovaltimoläppä 68
keuhkoverenkierto 76
kieli 105
kieliluu 38
kiertonikama 41
kilpirauhanen 124
kipuaisti 158
kitakieleke 95
kitaluu 38
kitaluunontelo 39
kitarisa 95
kiveksenkohottajalihas 168
kives 167
kivennäis- ja hivenaineet 14
kivespussi 167
klitoris 162
koaguloituminen 85
kohdun kaula 163
kohdun napukka 164
kohdun sisäkalvo 163
kohdun suu 163
kohtu 163

kokoojaputki 116
kolloidiosmoottinen
paine 81
kolmiliuskaläppä 68
kolmioluu 45
kolmiosainen pohjelihas 64
kolmipäinen olkalihas 60
kolmipäisen pohjelihas 64
korppilisäke 43
kortikobulbaarirata 141
kortikospinaalirata 141
kortisoli 126
korvakäytävä 152
korvalehti 152
korvatorvi 99
kovakalvo 134
kraniaalinen 11
kretinismi 124
kromosomi 18
krooninen 158
kudos 22
kudoshormoni 129
kurkunpää 99
kuukautiskierto 163
kuulohermo 152
kuuloluu 152
kuulosolu 152
kuume 177
kuutioluu 49
kyfoosi 41
kylkiluu 42
kylkirusto 42
kyynelluu 38
kyynärluu 44
kämmenluu 45
käpyrauhanen 124

L

Lagerhansin saareke 126
laktoosi-intoleranssi 110
lanne-suoliluulihas 61
lannerangan nikama 41
lantion alapohja 62
lantion välipohja 62
lanugo 171
lapaluu 43
lapaluun olkalisäke 43
lasiainen 151
laskimo 69, 72
lasko 87
lateraalinen 11
lepojännite 132
lepovaihe 70
leukosyytti 84
leveä selkälihas 59
leveä kantalihas 64
lihaskäämi 157
liikehermosolu 53
likvori 134
limapussi 36
limbinen järjestelmä 145
linssi 150
lipidi 15
lisäkilpirauhanen 125
lisäkivekset 167
lisämunuainen 125
lonkkamalja 46
lonkkanivel 47
lordoosi 41
lukinkalvo 134
lukinkalvon jyvänen 134
luksoituminen 44
lutropiini (LH) 165
luukalvo 35
luukato 36
luusolu 13
luuvälikalvo 44
luuydinontelo 35
lyhyt pohjelihas 64
lymfaattinen järjestelmä 92
lysosomi 17
lämpötila-aisti 157

M

mahalaukku 105
mahaneste 105
mahanportti 105
maitorauhanen 173
makrofaagi 84
maksa 109
maksan erittämä
C-reaktiivinen proteiini 87
maksavaltimo 110
makuaisti 156
makusilmu 157
marraskesi 28
mediaalinen 11
melu 153
menopaussi 164
mikrobi 88
mikrovillus 106
minuuttitilavuus 78
mitokondrio 17
mitraaliläppä 68
molekyyli 14
motoneuroni 53
MS-tauti 147
muisti 145
muistisolu 90
munanivel 37
munanjohtimet 163
munarakkula 166
munarauhaset 163
munasolu 164
munatorvi 164
munuaisallas 114
munuainen 113
munuaislaskimo 113
munuaispikari 114
munuaispyramidi 114
munuaistiehyt 116
munuaisvaltimo 113
mutaatio 26
myometrium 163
myosiinisäe 52

N

napanuora 170
natrium-kaliumpumppu 20
nefroni 116
negatiivinen takaisin-
palautus 128
nelipäinen reisilihas 63
nenäluu 38
nenänieluun 99
nenäontelo 98
nestetasapaino 178
neurogeeninen kipu 158
nielu 98, 105
nielurisa 95
nikamakaari 40
nilkan ulkokehräs 48
nivelhaarake 40
nivelkierukka 48

nivellevy 36
nivelnasta 38, 47
nivelpussi 36, 48
nivelrusto 36
nivelside 48, 55
nopea lihassyy 54
normaalifloora 31
nosiseptiivinen kipu 158
nukkalisäke 106
näköaisti 150
näköaivokuori 150
nännipiha 173

O

ohimo1lihas 56
ohimoluu 38
ohut iholihas 56
ohutsuoli 105
oikea eteiskammioläppä 68
okahaarake 40
oksitosiini 173
olka-värttinäluulihas 60
olkaluu 44
olkaluun nivelkuoppa 43
onttolaskimo 66
optimilämpötila 175
orgaaninen yhdiste 14
orvaskesi 28
osmolaliteetti 178
osmolariteetti 178
osmoosi 21
osteoporoosi 36
osteosyytti 34
otsalihas 56
otsaluu 38
otsaontelo 39
ovulaatio 164

P

paisuvaiskudos 168
paksusuoli 105
pallea 58
pallonivel 37
palmaarinen 11
parasympaattinen hermosto 133
pehmeäkalvo 134
peitinkalvon jännittäjälihas 63
pepsiinientsyymi 105
pepsiinii 105
pepsinogeeni 105
peristaltiikka 105
peristalttinen aalto 54
peritty immuniteetti 88
perna 92
perusverenkuva 87
peräaukko 162
peräsuoli 107
ph180
pienet häpyhuulet 162
pieni monikulmaluu 45
pieni olkakyhmy 44
pieni pakaralihas 62
pieni sarvennoinen 47
pieni suunnikaslihas 59
pieni verenkierto 76
pikkuaivot 137
pikkulantio 46
pitkä pohjelihas 64
plantaarinen 11
plasma 80
PMS 166
pohjasakka 119
poikittainen vatsalihas 57
poikkihaarake 40
poikkijuovainen lihas 50
polvilumpio 48
ponnistusvaihe 171
porttilaskimo 110
poskilihas 56
poskiluu 38
poskiontelo 39
posteriorinen 11
primaarinen sukupuoli-ominaisuus 160
primaarivastei 90
progesteroni 166
proksimaalinen 11
prolaktiini 173
proteiinikanava 20
proteiini 14
proteinuri 119
punasolu 83
puolijänteinen lihas 63
puolikalvoinen lihas 63
puolikuuluu 45
puoliläpäisevä kalvo 21
puskuriliuos 180
Pyramidirata 141
pyöreä rakkula 154
päkiä 60
pääkallo 38
päälakiluu 38
päänkiertäjälihas 56
päärynänmuotoinen lihas 62

R

RAA-järjestelmä 179
rakkularauhanen 168
rannekanava 45
ranteen ojentaja 60
raskausviikko 171
rasvamaksa 111
rasvasolu 13
rasva 15
reesus 86
refleksi 143
reisiluu 47
reisiluun kaula 47
reniini-angiotensiini-aldosteronijärjestelmä 179
reniinientsyymiä 115
reseptori 20
reseptori 122
ribosomi 17
riisitauti 49
rintakehä 42
rintalasta 42
rintarangan nikamat 41
risakudos 92
ristiluu 46
ristinikama 42
RNA 18
rodopsiini 150
rokotus 90
ruokasula 105
ruokatorvi 105
rustoliitos 36
ruumiinlämpö 177
räätälinlihas 63

S

sappirakko 109
sappisuola 109
sarananivel 37
sarveiskalvon 150
satulanivel 37
Schwannin solu 130
sedimentti 119
seerumi 81
segmentaatio 105
sekundaarinen sukupuoliominaisuus 161
sekundaarivaste 90
selkäranka 40
selkäydin 41, 138
selkäydinhermo 41
selän ojentajalihas 58
senkka 87
sensorinen hermosto 133
sensorinen hermorata 141
sepelvaltimo 69
seulaluu 38
sidekudoskalvo 51
sideliitos 36
siemenjohdin 167
siemenneste 168
siirtäjäproteiini 20
siitin 167
siittiö 167
siittiösolu 13
sikiöneste 170
sileä lihas 50
silmän kehälihakset 56
silmänliikuttajalihas 151
simpukka 152
sinussolmuke 66
sisempi siipilihas 56
sisempi vino vatsalihas 57
skolioosi 40
soikea rakkula 154
solisluu 43
solmu 40
solu 12
soluhengitys 19
solukalvo 17, 20
solulima 17
solunsisäinen vesi 178
solunulkoinen vesi 178
soluväliaine 22
somaattinen hermosto 133
somaattinen aisti 157
sormen luu 45
sormen ojentaja 60
sperma 168
steroidit 122
stimulus 148
struuma 124
subcutis 29
sukupuolirauhaset 127
suoliluu 46
suoliristiluunivel 42
suonipunos 134
suora vatsalihas 57
superiorinen 11
supistumisvaihe 70
surfaktantti 101
suulakiluu 38
suun kehälihas 56
suunielu 99
suuontelo 98, 104
suuri verenkierto 76
sydänlihas 50
sydänpussi 69
sydänsähkökäyrä 70
sylkirauhanen 108
sympaattinen hermosto 133
synapsi 131, 147
synoviaalinivel 36
systole 66, 70, 78
syöjäsolu 84
sääriluun sisäkehräs 48

T

T-imusolu 84
taittovirhe 152
takaraivon luu 38
talamus 138
talirauhanen 30
tappajasolu 84
tappisolu 150
tasalämpöinen 174
telaluu 49
terska 168
testosteroni 161, 167
tiivisluu 35
tinnitus 153
toisiolähetti 122
totipotentti 169
transsellulaarineste 178
trikuspidaaliläppä 68
trimesteri 171
trombosyytti 84
tsygootti 169
tulehdusreaktio 89
tuma 17
tumake 136
tuntoaistinhermo 31
tyvilevy 152
tärykalvo 152

U

ulkosynnytin 162
ulompi puremalihas 56
ulompi siipilihas 56
ulompi vino vatsalihas 57
umpilisäke 107
umpirauhanen 123
umpisuoli 107
uni 145
urea 115
utukarvoitus 171
uvula 95

V

vaajaluu 49
vaihdevuodet 164
valkea aine 136
valkosolu 84
valkovuoto 163
valtimo 72
valtimoiden kovettumistauti 69
vannasluu 38
varpaan pitkät ojentajat 64
varpaiden luu 49
vasen eteis-kammioläppä 68
vastapäkiä 60
vastustuskyky 88
veneluu 45, 49
ventraalinen 11
veren punasolu 13
verenkierron ääreisvastus 77
verenpaine 77

verihiutaleet 84
verinahka 29
veriryhmä 85
veriryhmätekijä 86
veriviemäri 134
verkkokalvo 150
virtsaamisheijaste 117
virtsahappo 118
virtsanjohtimet 113
virtsaputken suu 162
virtsaputki 113, 167
virtsarakko 113, 167
viskeraalinen aisti 157
volaarinen 11
väliaivot 138
välikarsina 66
välilevyn pullistuma 42
välilevy 40
väliliha 162
välittäjäaine 147
värekarvallinen epiteeli 100
värttinäluu 44, 45

Y

ydinjatke 138
ydinlämpötila 175
yhteyttäminen 16
ylempi kieliluulihas 56
ylähengitystiet 98
yläleukaluu 38
yläonttolaskimo 72

Ä

äänen korkeus 153
äänen taajuus 153
äänihuulet 99
äänijänteet 99
ääreishermosto 133, 138